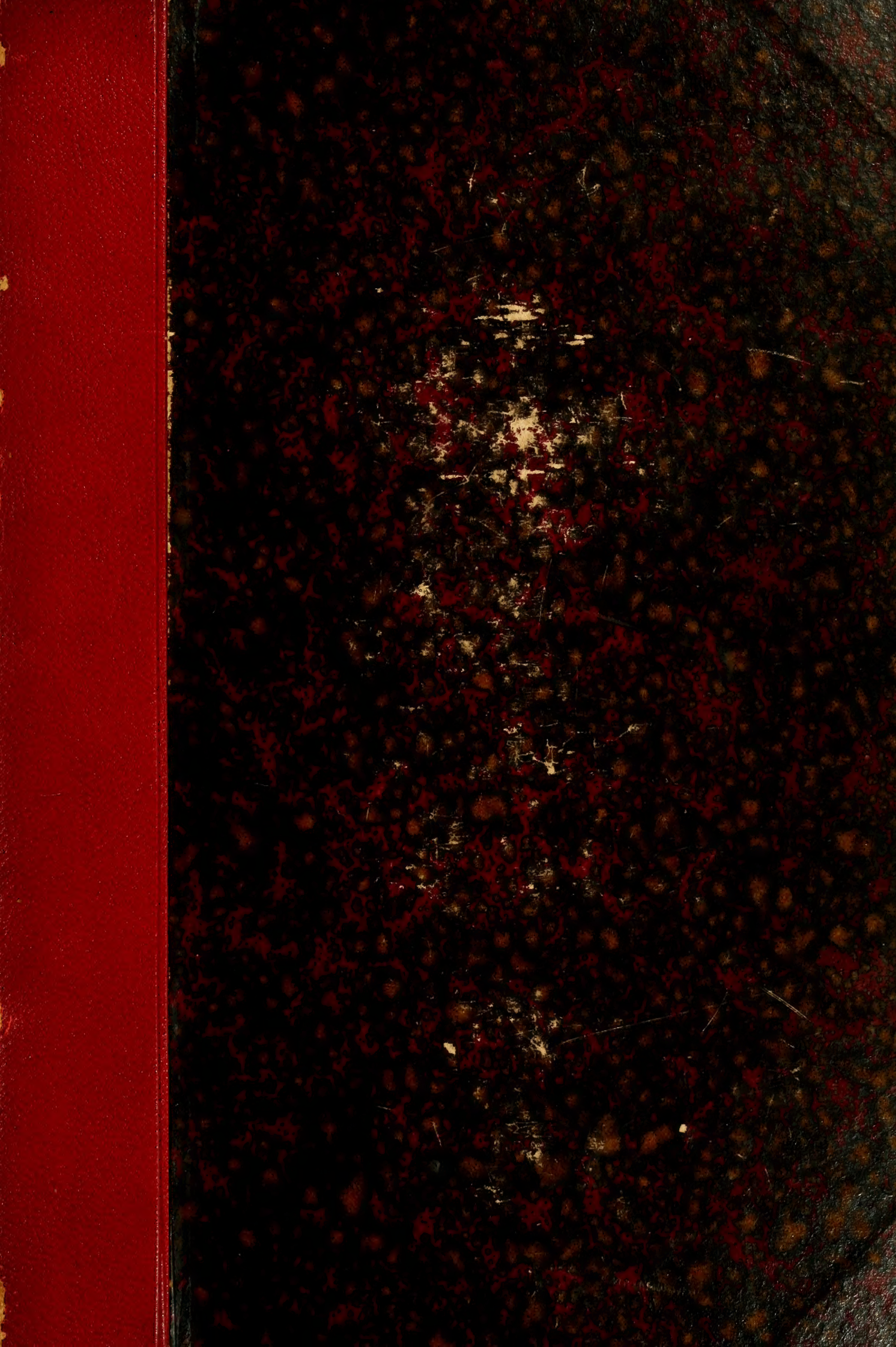


ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTÉ.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1905

81e ANNÉE. — IXe SÉRIE. T. I. N° 1.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — N° 1.

(Ce cahier commence l'abonnement aux tomes I et II de la IXe série).

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1905

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en avril 1905.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. EDMOND PERRIER.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume .... 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles*.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SEPTIÈME SÉRIE (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

SUR LA

RESPIRATION DES PLANTES

Par M. K. POURIEVITCH.

L'influence de la température sur la respiration des plantes a déjà fait l'objet de plusieurs recherches. Cette influence peut se manifester, d'un côté par un changement de l'intensité de la respiration, mesurée ou par la quantité d'acide carbonique exhalé ou par la quantité d'oxygène absorbé, et de l'autre côté par un changement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. La première partie de cette question, le changement de l'intensité de la respiration, a été étudiée avec tant de détail, que maintenant nous ne doutons plus qu'avec l'élévation de la température l'intensité de la respiration s'accroît et avec l'abaissement de celle-ci elle diminue.

Mais l'étude du rapport des gaz échangés pendant la respiration se trouve dans un état plus insuffisant. Les premières données sur cette question, nous les trouvons dans le travail de MM. Dehérain et Moissan, en 1874 (1). Mais ces données ont peu d'importance, parce que les méthodes d'analyse des gaz, dont les auteurs ont usé, étaient imparfaites et que la durée des expériences était si longue, qu'à la fin l'oxygène manquait ou restait en très petite quantité, de sorte que pouvait se révéler le phénomène de la fermentation propre. De plus, ces expériences ne sont pas comparables, parce qu'elles sont faites avec

(1) Dehérain et Moissan, *Recherches sur l'absorption d'oxygène et l'émission d'acide carbonique par les plantes maintenues dans l'obscurité* (Ann. Sc. nat., 5e série, t. XIX, p. 321-357).

différents objets. Mais quelques expériences surtout, faites avec les plantes grasses, ont donné des résultats assez précis (7 expériences sur 31), desquels les auteurs ont conclu que « la quantité d'oxygène absorbé par les feuilles surpasse la quantité d'acide carbonique produit ; la différence est surtout sensible aux basses températures, qui paraissent favoriser dans les plantes la formation de produits incomplètement oxydés, tels que les acides végétaux » (1).

Cette opinion, M. Moissan l'a confirmée dans son second travail (2). Mais ses expériences, excepté huit, il me semble, ne permettent pas d'en déduire aucune conclusion précise, parce qu'il manque des expériences comparatives, faites avec le même objet ou du moins avec divers objets identiques simultanément (3).

MM. Bonnier et Mangin, dans leurs recherches sur la respiration des végétaux (4), sont arrivés à une conclusion tout opposée à celle de MM. Dehérain et Moissan. Ils affirment que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ est invariable, quelle que soit la température.

Mais plusieurs expériences de MM. Bonnier et Mangin ont été faites avec des objets peu comparables. Dans leur dernier travail, qui est consacré spécialement à l'étude de l'influence de la température sur la respiration, les auteurs usent, dans leurs expériences comparatives, du même objet seulement dans 19 expériences sur 34. Dans leur préoccupation d'éviter la grande diminution de la quantité de l'oxygène dans l'atmosphère qui entoure les végétaux, les auteurs réalisent des expériences de courte durée, de une ou deux heures, parfois seulement d'une demi-heure (5). Dans le cas où la température était trop basse, la durée de l'expérience était de sept ou neuf heures. Le résultat d'une telle durée de l'expérience était que les végétaux ne pouvaient pas s'échauffer jusqu'à la température voulue.

(1) *Loc. cit.*, p. 357.

(2) Moissan, *Sur les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique émis dans la respiration végétale* (Ann. Sc. nat., 6e série, t. VII, 1878, p. 292-339).

(3) Voy. le tableau d'expériences, IV, V, VI et VII ; au total, 76 expériences.

(4) G. Bonnier et L. Mangin, *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité* (Ann. Sc. nat., 6e série, t. XIX, 1884, p. 217-255).

(5) Voy. les expériences 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 28.

La conclusion de MM. Bonnier et Mangin, que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ ne varie pas avec la température, déduite de peu nombreuses et peu précises expériences, a été acceptée par plusieurs physiologistes, surtout français, comme un dogme, quoique deux années après, MM. Dehérain et Maquenne (1) aient publié le travail dans lequel ils constatent l'accroissement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec l'élévation de la température. Cette affirmation de MM. Dehérain et Maquenne a été refusée par les auteurs postérieurs.

Ainsi, M. Auber, dans son travail sur la respiration et l'assimilation des plantes grasses (2), accepte l'opinion de MM. Bonnier et Mangin. Mais, pour quelques-unes des plantes grasses, cet auteur montre que l'élévation de la température entraîne l'accroissement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. Les données des expériences de M. Auber ne sont, dans plusieurs cas, pas comparables, parce que les expériences n'étaient pas faites dans le même temps, non seulement dans les jours divers du mois, mais aussi dans les différents mois.

Ainsi, M. Gerber (3) accepte l'opinion de MM. Bonnier et Mangin et donne une explication forcée pour éclaircir la discordance entre ses résultats et ceux de MM. Bonnier et Mangin. A la page 43, il dit : « Si l'on considère que la chaleur met un temps d'autant plus grand à gagner le centre d'une pomme que celle-ci est plus épaisse, on est porté à admettre que le quotient maximum ne peut être atteint qu'au bout de ce temps, et à attribuer uniquement à la chaleur la production d'une quantité de gaz carbonique supérieure à la quantité d'oxygène absorbé. Mais déjà les travaux de MM. Bonnier et Mangin nous mettent en garde contre cette hypothèse, qui se présente tout d'abord à l'esprit, puisque ces savants ont établi que la température n'a

(1) Dehérain et Maquenne, *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité* (Ann. agronomiques, t. XII, 1886, p. 145-199).

(2) Aubert, *Recherches sur la respiration et l'assimilation des plantes grasses* (Rev. gén. de Bot., t. IV, 1892).

(3) Gerber, *Recherches sur la maturation des fruits charnus* (Ann. Sc. nat., 8e série, t. IV, 1896, p. 1-280).

aucune influence sur le quotient respiratoire des organes des plantes en voie de croissance. »

M. Gerber reconnaît d'ailleurs que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ peut varier avec la température, mais il met cette variation sous la dépendance de la présence des acides organiques dans les fruits.

Ce fait, que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ chez les plantes riches en acides organiques s'accroît avec l'élévation de la température, a été confirmé par mes expériences sur la formation et la destruction des acides organiques chez les végétaux. Dans mon travail, j'ai montré (1) que, chez les plantes riches en acides organiques, le minimum du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ correspond à la température entre 10° et 15° C., tandis que l'élévation et l'abaissement de la température provoquent l'accroissement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.

Pour donner une idée de l'état actuel de la question étudiée, je citerai ici toutes les données des expériences que la littérature possède et quelle en est l'importance. Dans l'estimation de ces données, j'ai pris pour base les considérations suivantes :

1° Les expériences sur l'influence de la température sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ doivent être faites avec le même objet, de telle manière que cet objet soit exposé aux diverses températures successivement. Mais comme il est très difficile d'expérimenter avec le même objet durant un temps prolongé, il est préférable dans plusieurs cas de faire des expériences avec divers objets, mais aussi identiques que possible, en exposant ceux-ci simultanément à l'influence des températures diverses.

2° On doit tenir compte seulement des expériences dans lesquelles la quantité d'oxygène restant à la fin de l'expérience, dans l'atmosphère ambiante, est si considérable, qu'on ne peut pas craindre la respiration intramoléculaire. Comme minimum, j'admets 4 p. 100 d'oxygène.

1) Pourievitch, *Recherches sur la formation et la destruction des acides organiques chez les plantes supérieures* (Mém. de la Soc. d. Natur. de Kiev, t. XIV, 1893, p. 1, en russe).

3° On doit prendre en considération les expériences faites à des températures qui diffèrent entre elles considérablement.

Conformément à ces principes, on peut, il me semble, prendre en considération, sur les 31 expériences de MM. Dehérain et Moissan (1), seulement les 7 qui ont été faites avec les plantes grasses (exp. 74 à 80). De même, sur 76 expériences de M. Moissan (2), je prends 8 expériences (exp. 58 à 61 du tab. V, et exp. 71 à 74 du tab. VI).

Des expériences de MM. Bonnier et Mangin, qu'ils ont menées dans leurs trois travaux sur la respiration des plantes (3), on peut citer :

Du premier travail (4) : Expériences 25 à 27 et tab. VII *bis* ;

Du second (5) : Expériences 36 et 37 ;

Du troisième (6) : Expériences 1, 14, 16, 19, 22, 23, 26 et 28.

Des expériences de MM. Dehérain et Maquenne, on ne peut pas citer quelque chose, parce qu'aucune des expériences n'a été faite avec des objets identiques. On peut dire la même chose des données de M. Auber. Du travail de M. Gerber, j'emprunte neuf séries d'expériences (7), chaque série ayant été faite avec le même objet aux diverses températures successivement. Comme chacune de ces séries avait la durée de sept à trente-trois jours et que la détermination du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ a été faite pour chaque jour, je mets dans ce tableau seulement les valeurs moyennes de $\frac{CO^2}{O^2}$ à chaque température.

Enfin, de mes propres expériences, je citerai celles avec *Sempervivum tectorum*, *Echereria macrophylla*, *Sedum hybridum*, *Oxalis acetosella* et *Pelargonium zonale*.

(1) *Loc. cit.*, p. 342-343, tabl. V.

(2) *Loc. cit.*, p. 310, 316, 318 et 324.

(3) *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* (Ann. Sc. nat., 6e série, t. XVII, p. 210). — *Recherches sur la respiration des tissus sans chlorophylle* (Ann. Sc. nat., 6e série, t. XVIII, p. 293). — *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité* (Ann. Sc. nat., 6e série, t. XIX, p. 217).

(4) *Loc. cit.*, p. 267-270.

(5) *Loc. cit.*, p. 357-359.

(6) *Loc. cit.*, p. 231-236, 240-245.

(7) *Loc. cit.*, tab. IV, 10, 11, 12, 23, 41, 46, 51 et 60.

NUMÉROS des expériences	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	RAPPORT $\frac{CO^2}{O^2}$
		heures.	degrés.	
	A. — Expériences de MM. Dehérain et Moissan.			
74	Agave americana	47	0	»
75	Id.	90	11	0,66
76	Id.	5	40	0,88
77	Agave micracantha	48	0	»
78	Id.	90	11	0,65
79	Opuntia elata	20	12	»
80	Id.	22	15	0,86
	B. — Expériences de M. Moissan.			
58	Les bourgeons d'Æsculus Hippocas-	21	15	0,85
59	tanum (avril)	21	30	0,98
60	Id.	21	15	0,81
61		21	30	1,29
71	Id.	21	15	1,06
72		21	30	1,82
73	Id.	21	15	0,50
74		21	30	2,49
	C. — Expériences de MM. Bonnier et Mangin (1er travail).			
25	Agaricus velutipes	1	11	0,06
		1	19	0,06
		1	27	0,06
		1	34	0,06
27	Id.	0,45	22	0,06
		0,45	28	0,06
Jab. 7 *bis*.	Agaricus campestris, 120 gr. dans 2lit,140 d'air	1	14 14	0,55
	Id.	1	28 29	0,56
	Id.	1	35 36	0,56
	D. — Expériences de MM. Bonnier et Mangin (2e travail).			
36	Pieds de Neottia Nidus-avis	3,30	24	0,92
			25	0,92
			26	0,92
37	id.	3,30	35	0,94
			30	0,94
	E. — Expériences de MM. Bonnier et Mangin (3e travail).			
1	Rameaux feuillés d'Evonymus ja-	7,30	0	0,97
2	ponicus (57 gr. dans 700 centim.	4	15	0,97
3	cubes d'air)	2,30	23	1,00
4		1	31	0,94
5	Rameaux feuillés de Syringa vulga-	1	18	0,98
6	ris (49 gr. dans 620 centim. cubes	0,45	24	0,94
7	d'air)	0,30	32	0,99

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	RAPPORT $\frac{CO^2}{O^2}$
		heures.	degrés.	
	E. — *Expériences de MM. Bonnier et Mangin* (3e travail) (*suite*).			
8	Rameaux feuillés d'Æsculus Hippocastanum (50 gr. dans 690 centim. cubes d'air).....................	4,40	0	0,97
9		1,30	14	1,01
10		0,35	25	0,98
11		0,47	27-35,5	1,06
12	Feuilles de Hedera Helix (53 gr. dans 60 centim. cubes d'air)..........	1	18	1,00
13		0,30	27-32	1,00
14	Rameaux feuillés de Pinus maritima (120 gr. dans 620 centim. cubes d'air).....................	9	0	0,83
16		1,50	20	0,84
19		3,07	36	0,87
22	Rameaux feuillés de Pinus Pinea (122 gr. dans 1 260 c.c. d'air)......	2,10	14	0,82
23		2,15	24	0,83
26	Rameaux feuillés de Taxus baccata (106 gr. dans 610 c. c. d'air)......	4	16	0,86
28		0,35	46	0,89
	F. — *Expériences de M. Gerber.*			
Jab. 4	Une pomme pesant 106gr,37........	»	33	1,43 (1)
	Id.	»	18	0,96 (2)
Jab. 10	Une pomme pesant 157gr,85........	»	33	1,20 (3)
	Id.	»	18	1,01 (4)
Jab. 11	Une pomme pesant 11gr,93	»	30	1,25
	Id.	»	18	0,99
	Id.	»	0	0,88
Jab. 12	Une pomme pesant 93gr,90.........	»	38	1,29
	Id.	»	30	1,13
	Id.	»	18	1,05
	Id.	»	0	0,88
Jab. 23	1. Un raisin pesant 1,47 gr.........	»	37-33-30	1,39
	Id.	»	20-16	0,93
	Id.	»	0	0,70
	2. Un raisin pesant 3,25 gr.........	»	30	1,30
	Id.	»	20	0,98
	Id.	»	0	0,70
	3. Un raisin pesant 5,10 gr.........	»	30	1,03
	Id.	»	20	0,83
Jab. 41	Aspergillus niger, sur liquide nutritif contenant 0gr,984 d'acide tartrique...........................	»	33-32	1,76
		»	14-12	1,32
		»	8-5	0,86
Jab. 46	Aspergillus niger, sur liquide nutritif contenant 0gr,37 d'acide tartrique et 0,25 de sucre...........	»	33-30	1,21
		»	12-11	0,98
		»	8	0,91
Jab. 51	Aspergillus niger, sur liquide nutritif contenant 0gr,82 d'acide citrique et 0,84 gr. de sucre.......	»	33-30	1,15
		»	15-12	1,18
		»	8	0,90
		»	5-1	0,58
Jab. 60	Aspergillus niger, sur liquide nutritif contenant 2 gr. de tannin........	»	33	1,09
		»	14	1,08

(1) Moyenne de 4 expériences.
(2) — 15 —
(3) — 6 —
(4) — 27 —

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	RAPPORT $\frac{CO^2}{O^2}$
		heures.	degrés.	
	G. — *Mes expériences.*			
1	Sempervivum tectorum............	3	3-5	0,40
2	Id.	3	10-15	0,11
3	Id.	7	24-26	0,80
4	Id.	7	35	0,86
5	Echeveria macrophylla	3 1/2	0,75-1,5	1,00
6	Id.	3 1/2	7,5-15	0,44
7	Id.	15 3/4	12,5-25	0,91
8	Id.	1 1/2	26-26,5	0,25
9	Id.	3	37	1,00
10	Id.	3 1/2	12,5	0,50
11	Id.	3 1/2	3,6	0,77
12	Sedum hybridum..................	3	2-4	0,45
13	Id.	3	10-12	0,37
14	Id.	3	25-26	0,48
15	Id.	2 1/2	37-38	0,72
16	Id.	2	39-40	0,87
17	Id.	2 1/2	12-14	0,37
18	Id.	3 1/2	3-5	0,56
19	Id.	7 1/2	23-23,5	0,60
20	Id.	16	23-25,5	0,56
21	Oxalis Acetosella..................	2 1/2	36-38	0,70
22	Id.	3	37	1,00
23	Id.	3	15-16	0,61
24	Id.	5	5-7	0,73
25	Pelargonium zonale...............	4	4-5	0,75
26	Id.	3	12-14	0,54
27	Id.	3	34-35	0,95

Comme on le voit par ces tableaux, les données des expériences sont si contradictoires qu'on ne peut pas en tirer quelque conclusion précise. Pour étudier plus précisément cette question du changement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec la température, qui a, non seulement un intérêt théorique, mais aussi un intérêt pratique pour la discussion des résultats de quelques expériences, j'ai entrepris de faire une série de recherches dans des conditions qui excluent autant que possible toutes les sources d'erreur.

II

La première et la plus importante difficulté dans les expériences sur l'influence de la température sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ c'est que, grâce à la grande intensité de la respiration à la température la plus élevée, les végétaux absorbent l'oxygène plus vite dans un récipient hermétiquement fermé. Ils peuvent alors manifester le phénomène de la fermentation propre.

On peut lever cet obstacle en appliquant trois méthodes différentes: 1° En exposant les végétaux aux températures diverses avec différentes durées des expériences, durées d'autant plus petites que la température est plus élevée; 2° en exposant simultanément des plantes aussi identiques que possible en quantité différente dans des récipients de volume égal; 3° en exposant simultanément des plantes identiques en quantité égale dans des récipients d'un grand volume à la température la plus élevée et dans des récipients de plus petit volume à la température la plus basse.

La première méthode qu'ont employée MM. Bonnier et Mangin dans leurs recherches sur la respiration des rameaux feuillés présente cet inconvénient que, si la durée de chaque expérience est courte, les végétaux n'ont pas le temps de s'échauffer à la température voulue.

Les plantes prennent, en effet, la température de l'atmosphère ambiante très lentement. C'est ce que démontrent les expériences que j'ai établies et que je cite ici :

Expérience 1. — Une pomme de terre pesant 42 grammes et de volume de près de 40 c.c. a été perforée jusqu'au centre et dans le canal cylindrique a été introduit un thermomètre. Cette pomme de terre avec le thermomètre a été placée sur le fond d'un cylindre de verre de 300 c.c. de volume, de telle manière que le thermomètre avait une position verticale. L'ouverture du cylindre a été bouchée par un tampon de ouate. Puis le cylindre a été placé à 11 h. 30 dans une étuve dont la température était de 37° C. A partir de 11 h. 30, ont été lues les indications du

thermomètre placé dans la pomme de terre. Voici les résultats :

Heures.	Degrés.
11,30	20,0
11,50	25,0
12	26,9
12,17	29,3
12,45	32,4
1,15	34,6
1,30	35,2
1,55	36,0
2,35	36,8
2,50	37,0

Expérience 2. — Un bulbe d'Oignon (*Allium Cepa*) pesant 20 grammes et de 22 c.c. de volume a été perforé jusqu'au plateau du bulbe et dans le canal a été introduit un thermomètre. Le tout a été placé dans un cylindre de verre de 250 c.c. de capacité et, comme dans l'expérience précédente, le cylindre a été laissé dans l'étuve à 37° C. à 9 h. 15 du matin. Le thermomètre indiquait :

Heures.	Degrés.
9,15	18,5
9,30	21,3
9,45	25,2
10,00	28,7
10,10	30,5
11,50	36,8
12,00	37,0

A midi, le cylindre avec le bulbe a été transporté de l'étuve dans une chambre à la température constante 19°,2—19°,3 C. Le thermomètre indiquait :

Heures.	Degrés.
12,00	37,0
12,10	35,1
12,25	31,2
12,45	26,2
1,10	23,2
1,45	21,0
2,35	19,4

Expérience 3. — Dix plantules étiolées de Lupin (*Lupinus albus*) ont été liées en faisceau et au centre de ce faisceau a été introduit un thermomètre. Ce faisceau avec le thermomètre a

été placé dans un cylindre de verre au fond duquel était une petite quantité d'eau (près de 5 c.c.). L'ouverture du cylindre a été bouchée par un tampon de ouate et le cylindre a été laissé à l'étuve à 37° C. à 11 h. 15 du matin. Le thermomètre indiquait :

Heures.	Degrés.
11,15	19,0
11,30	21,0
1,00	32,5
1,45	34,1
2,15	35,0

A 2 h. 15 après midi, le cylindre a été transporté dans une chambre à température constante 16°,5-16°,6 C. Le thermomètre indiquait :

Heures.	Degrés.
2,15	35,0
4,45	18,2
5,30	16,0

Expérience 4. — J'ai répété l'expérience précédente, mais j'ai placé le cylindre avec les plantules et le thermomètre dans un plus grand cylindre de verre rempli d'eau à 35° C. ; ce cylindre se trouvait dans l'étuve à 34° C. Le thermomètre indiquait :

Heures.	Degrés.
9,30	18,8
9,40	21,1
9,50	22,8
10,20	27,9
10,50	32,7
11,30	34,0
11,45	34,6
11,55	35,0

Comme on le voit par le résultat de ces expériences, pour élever la température des végétaux de 19°-20° C. à 35°-37° C., il faut maintenir ceux-ci pendant 2 h. 30 à 3 h. 15 à cette température. Il faut aussi attendre le même temps pour les refroidir de 35°-37° C. à 17°-19° C.

MM. Bonnier et Mangin disent que : « dans les expériences faites dans d'autres conditions qu'à la température ordinaire, il est nécessaire de laisser les feuilles prendre la température

de l'air dans lequel on les immerge » (1); mais, dans leurs tableaux d'expériences, ils n'indiquent pas le temps pendant lequel les végétaux prenaient la température désirée. Nous ne pouvons donc pas savoir si les plantes avaient vraiment la température de l'air ambiant.

On peut conclure, des expériences décrites plus haut, que dans l'étude sur l'influence de la température sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ on ne peut expérimenter avec le même objet en l'exposant aux températures diverses successivement que dans le cas où la durée de l'expérience n'a aucune influence sur l'état de développement de cet objet.

Mais comme, dans plusieurs cas, nous avons des objets qui, pendant une expérience durant 10-12 heures, manifestent des variations dans leur développement, il est plus convenable de comparer la respiration de deux ou plusieurs objets aussi identiques que possible en les exposant aux températures diverses simultanément. Mais, dans ces cas, il est indispensable de prendre pour les expériences des plantes en grande quantité pour éviter l'influence individuelle des objets.

Quant à la durée possible de chaque expérience dans laquelle la quantité d'oxygène dans le récipient n'est pas encore devenue trop petite, il est très important de déterminer avec précision la quantité minimale d'oxygène dans l'atmosphère, qui ne provoque pas encore la respiration intramoléculaire. L'apparition de cette dernière, d'une manière extérieure, se fait voir par l'accroissement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. D'après les expériences de M. Stich (2), une diminution de la quantité d'oxygène dans l'atmosphère atteignant à peu près 4-5 p. 100 n'entraîne pas encore l'apparition de la respiration intramoléculaire, et ce n'est que plus bas, au-dessous de cette limite, que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ commence à augmenter.

J'ai fait quelques expériences ayant pour but de vérifier le

1) *Recherches sur la respiration des feuilles à l'obscurité*, p. 225.

2) Stich, *Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen* (Flora, 1891, p. 1).

minimum pour la quantité d'oxygène. Dans ces expériences, les objets aussi identiques que possible, en mêmes ou différentes quantités, avaient été introduits dans des récipients du même volume et restaient à la température de la chambre (toujours invariable où les changements ne dépassaient jamais 0,5°) ou à l'étuve pendant différents intervalles, de sorte qu'à la fin de l'expérience j'obtenais dans le récipient une atmosphère renfermant différentes quantités d'oxygène.

Expérience 1. — Je mettais des plantules de huit jours de *Triticum vulgare*, en même quantité, dans trois récipients pareils de dimensions (A, B et C), gardés dans la chambre à la température 19°-19°,3. Toutes les deux heures, je faisais une prise d'air d'un récipient pour l'analyse. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Durée de l'expérience (heures).	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A.............	2	14,2	0,47
— B.............	4	7,5	0,46
— C.............	6	1,8	0,59

Expérience 2. — Les mêmes plantules de *Triticum vulgare*, placées en même quantité dans les trois récipients (A, B et C) et gardées dans l'étuve à 35°. Toutes les heures, je faisais dans chaque récipient une prise d'air pour l'analyse.

	Durée de l'expérience (heures).	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A.............	1	15,1	0,52
— B.............	2	7,2	0,58
— C.............	3	1,1	0,73

Du reste, l'expérience 2 ne mérite que peu de considération, car, comme je l'ai démontré plus haut, l'échauffement des plantes se fait assez lentement et par conséquent il est possible que l'augmentation graduelle du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ pouvait dépendre de l'échauffement graduel des tissus des plantes. A cause de cela, toutes les expériences suivantes ont été faites à la même température que les objets avaient avant l'expérience.

Expérience 3. — Des plantes étiolées de dix jours de *Helianthus annuus* ont été placées dans quatre récipients (A, B, C et D)

et gardées à 19°-19°,2. Les prises d'air étaient extraites à deux heures d'intervalle.

	Durée de l'expérience (heures).	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A	2	15,3	0,51
— B	4	10,9	0,52
— C	6	5,8	0,50
— D	8	0,9	0,71

Expérience 4. — Avec des plantules précisément identiques, fut faite une autre expérience. Dans trois récipients de mêmes dimensions furent placées différentes quantités de ces plantules et dans tous ces récipients, où les plantes restèrent 4 heures à 18°,8-19°, les prises d'air furent extraites pour l'analyse en même temps.

	Quantité de plantules.	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A	5	13,8	0,53
— B	10	7,1	0,52
— C	15	1,3	0,59

Expérience 5. — Des jeunes feuilles de *Syringa vulgaris* ont été placées dans trois récipients pareils de dimensions (A, B, C), en différentes quantités : dans le récipient A, 10 feuilles ; dans le récipient B, 20 feuilles, et dans le récipient C, 30 feuilles, et gardées dans une pièce noire à la température 18°,4-18°,6 trois heures durant. Après quoi, de chaque récipient furent effectuées les prises d'air pour l'analyse.

	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A	12,4	0,70
— B	5,0	0,70
— C	0,8	0,81

Expérience 6. — Des jeunes branches feuillées ont été placées dans quatre récipients pareils (A, B, C et D), et gardées dans une pièce noire à la température de 19°,2-19°,5. Les prises d'air furent effectuées à intervalles d'une heure dans chaque récipient successivement.

	Durée de l'expérience (heures).	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Récipient A	1	16,1	0,74
— B	2	10,2	0,75
— C	3	5,3	0,72
— D	4	1,1	0,77

Expérience 7. — Dix plantules étiolées de *Cucurbita Pepo* furent placées dans un récipient qui communiquait par un tube en verre avec l'appareil à prises de MM. Bonnier et Mangin (1); pendant la durée de l'expérience, furent effectuées des prises d'air toutes les demi-heures. Température 17°-18°,1.

	O^2 p. 100 à la fin de l'expérience.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
Dans une 1/2 h., depuis le commencement de l'expérience	17,7	0,62
Dans 1 heure	13,1	0,63
1 h. 1/2	8,9	0,61
2 heures	4,5	0,62
2 h. 1/2	1,2	0,65
3 heures	0	0,88 (2)

Les résultats des expériences précédentes, et aussi ceux des expériences de M. Stich, donnent le moyen de préciser le minimum de la quantité de l'oxygène à la fin de l'expérience ; il est de 4 à 5 p. 100. Ce qui fait que, dans mon futur exposé, je ne fixerai mon attention que sur les expériences dans lesquelles la quantité de l'oxygène ne fut pas moins que 4 p. 100 à la fin de l'expérience.

Ensuite, en exposant les expériences sur l'influence de la température sur la respiration des plantes, il est encore nécessaire d'avoir en vue les conditions d'existence des objets dans le temps qui précédait l'expérience en question. Des expériences de MM. Palladine (3), Zalessky (4), Ziegenbein (5) et Schmidt (6), nous concluons, en effet, que les plantes exposées à une température moyenne, après l'influence d'une température plus élevée, réagissent sur cette irritation en élevant l'énergie de la respiration et en agrandissant la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.

(1) Voy. la description de cet appareil dans leurs *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* (Ann. des Sc. nat., 6e série, t. XVII).

(2) Voy. aussi les données de l'expérience 33, dans le tableau VI.

(3) Palladine, *Influence des changements de température sur la respiration des plantes* (Rev. gén. de Bot., t. XII, 1899, p. 241-257).

(4) Zalessky, *La question de l'influence de l'irritation sur la respiration des plantes*, 1902 (en russe).

(5) Ziegenbein, *Untersuchungen über den Stoffwechsel und die Athmung keimender Kartoffelknollen und anderer Pflanzen* (Pringsh. Jahrbücher, t. XXV, 1893).

(6) *Loc. cit.*

Cette dernière valeur du rapport reste invariable quelque temps encore après que les plantes ont été transportées de nouveau à la température antérieure. Ce fait démontre qu'il faut éviter d'employer le même objet pour deux ou plusieurs expériences consécutives, et aussi d'exposer les objets à de trop brusques changements de température avant l'expérience.

III

Toutes les conditions exposées dans le chapitre précédent furent observées par moi dans mes expériences. Les récipients pour les plantes étaient des cylindres de 150, 250 et 400 c.c. Je fermais les cylindres avec un bouchon ordinaire à travers lequel furent passés : 1° le tube en verre *a*, qui servait à extraire les portions du gaz du récipient à la fin de l'expérience ; 2° le manomètre à mercure ouvert.

Au début de l'expérience, je mettais les plantes dans un récipient, je fermais ce dernier par un bouchon avec le tube *a* et le manomètre ; ensuite je couvrais bien vite le bouchon avec du mastic de Mendeleieff et soudais l'ouverture extérieure du tube *a* ; après quoi, le récipient était laissé ou dans l'étuve ou dans une pièce noire à température constante. L'expérience finie, je mettais le tube *a* en communication avec l'appareil à prises de MM. Bonnier et Mangin au moyen d'un tube en caoutchouc plongé dans le mercure. Je cassais la pointe soudée du tube *a* dans l'intérieur du tube en caoutchouc, sous le mercure, et faisais le brassage de l'air dans le récipient ; après quoi, je prenais l'échantillon d'air destiné pour l'analyse.

En couvrant le bouchon du récipient avec le mastic de Mendeleieff, j'arrivais à fermer hermétiquement le récipient, ce dont il était toujours facile de se convaincre en raréfiant l'air dans le récipient par l'appareil à prises, et en observant les indications du manomètre qui, de cette manière, contrôlait la complète isolation de l'atmosphère dans le récipient. Il est inutile de noter que, dans la branche du manomètre communiquant avec le récipient, je versais quelques gouttes d'eau pour préserver les plantes de l'action des vapeurs du mercure.

Pour chaque expérience, dans deux ou trois récipients de même volume je mettais des objets le plus possible identiques, mais de quantités inégales ; je prenais, pour l'expérience à une température plus basse, plus de plantes que pour l'expérience à température plus haute. Ce procédé avait pour but l'égale composition de l'atmosphère à la fin de l'expérience. La durée de l'expérience était toujours la même à toutes les températures. Dans d'autres expériences, je prenais les mêmes quantités d'objets pour toutes les températures, mais alors je les mettais dans des récipients de différents volumes; j'exposais les grands récipients à une haute température, et les petits à une plus basse.

MM. Dehérain et Maquenne (1) indiquent comme une source d'erreurs dans les expériences sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ la dissolution d'acide carbonique dans le suc cellulaire.

Pas de doute, en effet, qu'une certaine quantité de l'acide carbonique reste dissoute dans les tissus des plantes et cette quantité peut être définie d'un côté, premièrement, par l'énergie de la respiration d'une plante donnée, et secondement, par la propriété du protoplasme d'exhaler de l'acide carbonique, plus facile ou plus difficile ; de l'autre côté, cette quantité dépend de la température de l'air qui entoure la plante et de la pression partielle de l'acide carbonique. Par conséquent, on peut croire qu'à basse température, les plantes retiennent plus de l'acide carbonique dissous qu'à haute température, ce qui influe infailliblement sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$, quant à sa diminution. Mais à haute température, la plus grande intensité de la respiration augmente la quantité de CO^2 dans l'atmosphère du récipient, augmente la pression partielle et, par là, agit sur l'accumulation de l'acide carbonique dans les tissus de la plante. Tout de même, il paraît que la quantité de l'acide carbonique retenu dans le tissu des plantes n'a pas d'influence appréciable sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$, si on mélange soigneusement l'air à la prise des

(1) *Loc. cit.*, p. 183.

échantillons. Pour mieux éclaircir cette question, j'ai fait les expériences suivantes :

Expérience 1. — Les plantules étiolées de huit jours de *Lupinus albus* (10 plantules dans 250 c.c. d'air) étaient laissées dans le récipient pendant 4 heures à la température 10°-10°,2. Après le brassage de l'air, l'échantillon fut pris, l'analyse duquel fournit le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,72$. Ensuite, l'air fut complètement retiré du récipient au moyen de la pompe à mercure de Sprengel et l'analyse de cet air fournit le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,74$.

Expérience 2. — Exactement la même expérience fut faite avec des plantules identiques à la température de 35°. L'échantillon de l'air, après le brassage, fournit le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,91$, et, après que l'air fut pompé, 0,92.

Expérience 3. — La même expérience a été faite avec des plantules identiques à la température de 4°-5°. L'échantillon d'air après le brassage fournit $\frac{CO^2}{O^2} = 0,63$ et, après que l'air fut pompé, 0,67.

Expérience 4. — Les vertes et jeunes feuilles de Lilas (*Syringa vulgaris*) (20 feuilles dans 200 c.c. de l'air) étaient laissées dans le récipient pendant 5 heures à la température de 3°-4°. Après brassage, l'échantillon d'air fournit le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,57$. Ensuite, l'air fut vite pompé du récipient et l'analyse de cet air fournit le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,60$.

Expérience 5. — La même expérience fut faite avec les feuilles du Lilas (20 feuillles à 400 c.c. d'air) à la température de 35°. L'échantillon d'air après le brassage fournit $\frac{CO^2}{O^2} = 0,88$, et après l'avoir pompé, 0,90.

Les expériences sus-mentionnées démontrent que la quantité de l'acide carbonique retenu dans les tissus des plantes, en

brassant soigneusement l'air avant de retirer l'échantillon, est si petite, qu'elle n'a aucune influence sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ (1).

La durée des expériences était différente, mais assez longue pour que les plantes eussent le temps de s'échauffer à la température ambiante. Toutes les expériences, dans lesquelles la quantité de l'oxygène fut moindre, à la fin, que 4 p. 100, ne furent plus mentionnées.

Les objets furent des jeunes plantules d'âges différents, des feuilles, des racines et quelques microorganismes végétaux.

Les jeunes plantules.

Pour les expériences, j'employais les plantules de *Phaseolus multiflorus*, *Hordeum distichum*, *Triticum vulgare*, *Helianthus annuus*, *Cucurbita Pepo*, *Lupinus albus*.

Les résultats obtenus sont indiqués dans les tableaux qui suivent. Dans ces tableaux, j'ai calculé les quantités d'oxygène et d'acide carbonique qui existeraient pour une proportion d'azote égale à la proportion au début de l'expérience. Pour toutes les expériences, la composition de l'atmosphère initiale était : $CO^2 = 0$, $O^2 = 20,6$, $Az = 79,4$.

(1) Voy. aussi les données de MM. Bonnier et Mangin dans leurs *Recherches sur les variations de la respiration avec le développement des plantes* (Ann. Sc. nat., 7e série, t, II, 1885, p. 321-323).

Tabl. I. — **Phaseolus multiflorus.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
1	Plantules étiolées de 2 jours.	21 21 21	35 18-19 6-7	16,2 11,4 9,2	4,6 5,8 5,2	79,2 82,8 85,6	16,2 11,4 9,2	16,4 15,8 17,2	0,99 0,72 0,53
2	Plantules étiolées de 4 jours.	19 19 19	35 18-19 4-5	18,3 11,4 5,4	0,4 5,7 8,8	81,3 82,9 85,8	» 11,4 5,4	» 15,9 8,8	» 0,71 0,61
3	Plantules étiolées de 6 jours.	18 18	35 5-6	11,8 1,6	6,7 16,6	81,5 81,8	11,8 1,6	14,7 4,8	0,80 0,33
4	Plantules étiolées de 12 jours.	21 21	35 7-10	20,7 3,3	1,4 14,9	77,9 81,8	20,7 3,3	19,0 6,5	» 0,50
5	Plantules étiolées de 13 jours.	20 20	35 18-19	22,6 12,8	0,2 0,3	77,2 84,6	22,6 12,1	20,2 18,9	» »
6	Plantules étiolées de 15 jours.	21 21	35 18-19	12,4 9,0	5,8 10,3	81,8 80,7	12,4 9,0	15,6 10,7	0,80 0,84
7	Plantules étiolées de 17 jours.	24 24	35 12-15	10,5 6,7	8,9 11,4	80,7 81,9	10,5 6,7	12,1 10,0	0,87 0,67
8	Plantules étiolées de 19 jours.	24 24	35 12-15	13,2 7,2	6,0 10,9	80,8 81,9	13,2 7,2	15,2 10,5	0,87 0,68
9	Plantules étiolées de 22 jours.	20 20 20	35 16-17 5-6	6,9 3,1 2,3	12,1 15,4 16,4	81,0 81,5 81,3	6,9 3,1 2,3	9,0 6,0 4,9	0,76 0,51 0,47

Tabl. II. — **Hordeum distichum.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
10	Plantules étiolées de 1 jour avec les	16	35	29,1	5,5	65,4	29,1	11,5	2,52
	racines 2-3 mill.	16	10-13	16,6	5,4	78,0	16,6	15,0	1,10
11	Plantules étiolées de 6 jours avec les	7 1/2	35	15,2	5,7	79,1	15,2	15,1	1,00
	rac. 8,5-13,5 cm.	7 1/2	10-11	3,1	15,7	81,2	3,1	5,7	0,54
12	Plantules étiolées	20	35	7,1	12,4	80,5	7,1	8,6	0,82
	de 5 jours.	20	18-19	10,4	9,4	80,3	10,4	11,6	0,89
13	Plantules étiolées	20	35	4,0	13,8	82,2	4,0	7,8	0,50
	de 9 jours.	20	18-19	3,0	14,0	83,0	3,0	7,8	0,38

Tabl. III. — **Triticum vulgare.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
14	Plantules étiolées	27 1/2	35	9,1	6,5	84,4	9,1	15,9	0,57
	de 8 jours.	27 1/2	20	5,6	9,3	85,1	5,6	13,1	0,43
		27 1/2	8-10	6,7	7,7	85,6	6,7	14,7	0,48

Tabl. IV. — **Helianthus annuus.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
15	Plantules étiolées	26 1/2	35	10,5	6,3	83,2	10,5	15,5	0,68
	de 10 jours.	26 1/2	18-19	6,3	9,5	84,2	6,3	12,7	0,50
		26 1/2	4-5	1,2	14,4	84,4	1,2	7,8	0,15
16	Plantules étiolées	21	35	7,2	5,9	86,9	7,2	16,8	0,43
	de 12 jours.	21	18-19	4,0	7,3	88,7	4,0	15,7	0,25
		21	5-6	2,7	9,1	88,2	2,7	13,9	0,19
17	Plantules étiolées	20	35	7,0	6,3	86,7	7,0	14,5	0,48
	de 15 jours.	20	18-19	4,4	6,7	88,9	4,4	15,1	0,29
		20	4-5	2,3	11,6	86,1	2,3	10,4	0,22

Tabl. V. — **Cucurbita Pepo.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
18	Plantules étiolées de 5 jours.	19	35	16,7	0,3	83,0	»	»	»
		19	17-18	7,4	9,5	83,2	7,4	12,3	0,60
		19	5-6	5,7	12,0	82,3	5,7	9,6	0,59
19	Plantules étiolées de 10 jours.	15	37	10,9	5,5	83,6	10,9	16,7	0,65
		15	16-17	7,0	6,4	86,6	7,0	16,2	0,43
		15	2-3	3,0	13,4	83,6	3,0	8,4	0,35
20	Plantules étiolées de 15 jours.	15	37	10,7	5,6	83,7	10,7	14,2	0,66
		15	16-17	6,5	10,4	83,1	6,5	11,4	0,57
		15	1-2	4,1	12,7	83,2	4,1	9,0	0,45

Tabl. VI. — **Lupinus albus.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
21	Plantules étiolées de 2 jours.	24	35	14,8	6,3	78,9	14,8	14,5	1,02
		24	20	8,1	9,4	82,5	8,1	13,0	0,62
		24	10	6,0	12,6	81,4	6,0	8,8	0,68
22	Plantules étiolées de 3 jours.	18	35	12,3	5,7	82,0	12,3	15,9	0,77
		18	18-19	6,3	10,1	83,6	6,3	11,7	0,54
		18	5-6	3,8	12,1	84,1	3,8	10,1	0,37
23	Plantules étiolées de 5 jours.	17	35	11,8	4,6	83,6	11,8	17,6	0,67
		17	18-19	8,8	7,1	84,1	8,8	15,1	0,58
24	Plantules étiolées de 7 jours.	17	35	12,0	5,3	82,7	12,0	16,3	0,73
		17	18-19	5,9	10,5	83,6	5,9	11,3	0,52
		17	4-5	3,9	12,4	83,7	3,9	9,4	0,41
25	Plantules étiolées de 9 jours.	17	35	11,4	6,1	83,5	11,4	15,5	0,73
		17	18-19	4,0	13,6	82,4	4,0	8,0	0,50
		17	4-5	3,6	14,0	82,2	3,8	7,6	0,50
26	Plantules étiolées de 12 jours.	16	35	13,0	6,3	80,7	13,0	14,7	0,88
		16	16-17	4,0	13,3	82,7	4,0	8,3	0,48
		16	5-6	3,0	15,9	81,1	3,0	5,5	0,54
27	Plantules étiolées de 12 jours.	22	35	6,1	5,4	88,5	6,1	17,9	0,34
		22	18-19	2,4	5,5	92,1	2,4	18,6	0,13
		22	5-6	1,2	11,8	87,0	1,2	11,0	0,11

TABL. VI. — **Lupinus albus** (*suite*).

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
28	Plantules étiolées de 4 jours.	7 1/2 7 1/2	35 11-12	15,1 7,4	4,9 7,3	80,0 85,2	15,1 7,4	15,9 15,1	0,95 0,50
29	Plantules étiolées de 8 jours.	21 21	35 9-10	20,3 5,1	0,4 12,1	79,3 82,8	20,3 5,1	20,4 9,5	» 0,53
30	Plantules étiolées de 12 jours.	23 23	35 17-18	10,4 6,8	5,6 10,2	84,0 83,0	10,4 6,8	16,8 11,4	0,62 0,60
31	Plantules étiolées de 13 jours.	20 20	35 18-19	15,2 10,4	4,0 7,6	80,8 82,0	15,2 10,4	17,0 13,8	0,89 0,75
32	Plantules étiolées de 15 jours.	20 20	35 18-19	9,0 0,4	8,8 19,8	83,0 79,8	9,0 0,4	12,8 1,0	0,70 0,40
33	Plantules étiolées de 7 jours.	3 1/2 7 1/2	35 35	11,0 22,3	5,4 0,5	83,6 77,2	11,0 22,3	16,4 19,9	0,67 1,12

Les données que nous venons de citer montrent que, indépendamment de la nature des objets, l'élévation de la température est accompagnée de l'augmentation du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. Dans certains cas, on peut remarquer une liaison entre l'influence de la température sur la respiration et l'âge de la plante, qui se manifeste dans la diminution du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ aux températures diverses, qui va en se rapetissant parallèlement au développement des plantules. Par exemple, on peut observer ce fait dans les expériences avec l'*Helianthus annuus*.

Les feuilles.

Je prenais pour les expériences des feuilles d'âge différent de *Syringa vulgaris*, *Aesculus Hippocastanum*, *Juglans regia*, *Prunus Padus* et des branches feuillées de *Picea excelsa*.

Tabl. VII. — **Syringa vulgaris.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
34	Bourgeons semi-ouverts.	4 4	35 20	9,6 6,6	9,7 12,7	80,7 80,7	9,6 6,6	11,3 8,3	0,85 0,79
35	Feuilles jeunes.	20 20	35 18-19	11,5 7,5	8,8 10,7	79,7 81,8	11,5 7,5	12,0 10,7	0,96 0,70
36	Jeunes branches feuillées.	5 5	35 21	11.3 7,6	8.1 11,4	80.6 81,0	11,3 7,6	12,9 9,8	0,87 0,77
37	Branches feuillées plus âgées.	8 8	35 19	7,7 7,1	11,2 11,7	81,1 81,2	7,7 7,1	9,6 9,3	0,80 0,76
38	Fleurs non ouvertes.	23 23	35 19-20	13,9 13,8	4,4 4,2	81,7 82,0	13,9 13,8	17.0 17,2	0,81 0,80

Tabl. VIII. — **Æsculus Hippocastanum.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
39	Feuilles jeunes.	21 21	35 19-20	4.0 1,7	14.9 15.3	86.1 83,0	4,0 1,7	6,1 6,3	0,65 0,27
40	Feuilles dévelop-pées (fin mai).	8 8	35 22	7,3 6,4	11,4 8,6	81,3 85,3	7,3 6,4	10,0 13,6	0,73 0,47
41	Feuilles âgées (fin août).	8 8	35 18	6,1 5,2	12,4 12,0	81,5 82,8	6,1 5,2	8,8 9,6	0,69 0,54
42	Bourgeons.	3 8	19,5 19,5	7,3 17,0	12,7 1,1	80,0 81,9	7,3 17,0	8,1 20,3	0,90 0,83

Tabl. IX. — **Picea excelsa.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
43	Jeunes branches feuillées.	5 5	35 21	1,7 1,8	17,3 16,1	81,0 82,1	1,7 1,8	4,1 5,4	0,41 0,33
44	Branches feuillées (août).	6 6	35 20	2,4 2,3	16,0 15,5	81,6 82,2	2,4 2,3	5,4 5,9	0,44 0,39
45	Branches feuillées (août).	7 7	35 20	2,6 2,7	15,6 14,7	81,8 82,6	2,6 2,7	5,8 6,9	0,45 0,39

Tabl. X. — **Juglans regia**.

Numéros des expériences.	Objets.	Durée de l'expérience.	Température.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
46	Feuilles développées (août).	8	35	11,0	8,5	80,5	11,0	12,3	0,89
		8	20	9,2	8,8	82,0	9,2	13,0	0,71
		8	7-8	4,0	15,4	80,6	4,0	6,0	0,66
47	Feuilles jeunes (mai).	8	35	12,1	6,8	81,1	12,1	14,4	0,84
		8	19	8,2	8,2	83,6	8,2	13,4	0,61
		8	7-8	4,3	12,7	83,0	4,3	9,1	0,47

Tabl. XI. — **Prunus Padus**.

Numéros des expériences.	Objets.	Durée de l'expérience.	Température.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
48	Feuilles jeunes.	20	35	6,8	5,8	87,4	6,8	17,1	0,40
		20	18-19	7,2	9,2	83,6	7,2	12,6	0,57
49	Feuilles plus âgées.	22	35	10,7	2,9	86,4	10,7	19,7	»
		22	18-19	10,4	8,1	81,0	10,4	12,8	0,81

Dans tous les cas, on observait : 1° l'augmentation du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec l'élévation de la température, et 2° la liaison entre le degré du développement de la feuille et cette augmentation. Ainsi, les feuilles dans les bourgeons et aussi les feuilles complètement développées montrent une augmentation moins grande du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec l'élévation de la température que les feuilles jeunes; c'est-à-dire le même fait qu'on observe chez les plantules jeunes. Pour manifester d'une manière plus claire cette dépendance, je veux citer à part les rapports $\frac{CO^2}{O^2}$ pour les diverses températures extraits des tableaux précédents et aussi la relation entre eux, en prenant pour unité le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ pour la température la plus basse.

Tableau XII.

Nos des expérience.	OBJETS.	TEMPÉRATURE. 35°-37° *a.*	17°-22° *b.*	10°-15° *c.*	1°-7° *d.*	RELATION entre les rapports *a, b, c, d.*
	Phaseolus multiflorus.					
1	Plantules de 2 jours	0,99	0,72	»	0,53	1,86 : 1,36 : 1
2	— 4 —	»	0,71	»	0,61	1,16 : 1
3	— 6 —	0,80	»	»	0,33	2,42 : 1
4	— 12 —	»	»	»	0,50	»
7	— 17 —	0,87	»	0,67	»	1,30 : 1
8	— 17 —	0,87	»	0,68	»	1,29 : 1
9	— 22 —	0,76	0,51	»	0,47	1,61 : 1,08 : 1
	Hordeum distichum.					
10	Plantules de 1 jour	2,52	»	1,10	»	2,30 : 1
11	— 6 —	1,00	»	0,54	»	1,85 : 1
12	— 5 —	0,89	0,82	»	»	1,08 : 1
13	— 9 —	0,50	0,38	»	»	1,31 : 1
	Triticum vulgare.					
14	Plantules de 8 jours	0,57	0,43	0,48	»	»
	Helianthus annuus.					
15	Plantules de 10 jours	0,68	0,50	»	0,15	4,53 : 3,33 : 1
16	— 12 —	0,43	0,25	»	0,19	2,26 : 1,31 : 1
17	— 15 —	0,48	0,29	»	0,22	2,18 : 1,31 : 1
	Cucurbita Pepo.					
18	Plantules de 5 jours	»	0,60	»	0,59	1 : 1
19	— 10 —	0,65	0,43	»	0,35	1,85 : 1,23 : 1
20	— 15 —	0,66	0,57	»	0,45	1,46 : 1,26 : 1
	Lupinus albus.					
21	Plantules de 2 jours	1,02	0,62	0,68	»	1,50 : 0,91 : 1
22	— 3 —	0,77	0,54	0,37	»	2,08 : 1,46 : 1
23	— 5 —	0,67	0,58	»	»	»
24	— 7 —	0,73	0,52	»	0,41	1,78 : 1,26 : 1
25	— 9 —	0,73	0,50	»	0,50	1,46 : 1 : 1
26	— 12 —	0,88	0,48	»	0,54	1,61 : 0,88 : 1
27	— 12 —	0,34	0,13	»	0,11	3,1 : 1,2 : 1
28	— 4 —	0,95	»	0,50	»	1,80 : 1
29	— 8 —	»	»	0,53	»	»
30	— 12 —	0,62	0,60	»	»	1,01 : 1
32	— 15 —	0,70	0,40	»	»	1,75 : 1

Nos des expériences.	OBJETS.	TEMPÉRATURE. 35°-37° a.	17°-20° b.	10°-15° c.	1°-7° d.	RELATION entre les rapports a, b, c, d.
	Syringa vulgaris.					
34	Bourgeons semi-ouverts.	0,85	0,79	»	»	1,07 : 1
35	Feuilles jeunes.........	0,96	0,70	»	»	1,37 : 1
36	Jeunes branches feuillées.	0,87	0,77	»	»	1,14 : 1
37	Branches feuillées plus âgées.................	0,80	0,76	»	»	» 1,05 : 1
38	Fleurs non ouvertes	0,81	0,80	»	»	1,01 : 1
	Aesculus Hippocastunum.					
39	Feuilles jeunes..........	0,65	0,27	»	»	2,40 : 1
40	— développées.....	0,73	0,47	»	»	1,55 : 1
41	— âgées..........	0,69	0,54	»	»	1,27 : 1
	Picea excelsa.					
43	Jeunes branches feuillées.	0,41	0,33	»	»	1,24 : 1
44	Br. développées (août)....	0,44	0,39	»	»	1,12 : 1
45	Id.	0,45	0,39	»	»	1,15 : 1
	Juglans regia.					
47	Feuilles jeunes (mai)....	0,84	0,61	»	0,47	1,78 : 1,30 : 1
46	— développées.....	0,89	0,71	»	0,66	1,55 : 1,07 : 1

Les bulbes et les racines.

Quoique peu nombreuses, les expériences sur les bulbes et les racines donnèrent les mêmes résultats que les précédentes.

Tabl. XIII. — **Allium Cepa.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
50	Les bulbes en novembre.	48	35	2,4	8,3	89,3	2,4	15,0	0,16
		48	20-21	0,2	19,1	80,7	0,2	1,9	0,10
		48	2-5	0,6	16,3	83,1	0,6	5,5	0,11
51	Les bulbes en germination.	7	37	7,9	13,6	78,5	7,9	7,0	1,13
		7	8-9	1,2	19,6	79,2	1,2	1,2	1,00

Tabl. XIV. — **Raphanus Raphanistrum.**

Numéros des expériences.	Objets.	Durée de l'expérience.	Tempéra-ture.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
52	Racines.	7 7	35 9,5-10	5,0 1,5	15,2 17,7	79,8 80,6	5,0 1,7	5,6 3,1	0,90 0,55
53	Id.	8 8	35 10-11	6,1 2,2	13,8 17,1	80,1 80,7	6,1 2,2	7,0 4,1	0,87 0,54

Expériences avec les végétaux inférieurs.

Tabl. XV. — **Moisissures et Levures.**

Numéros des expériences.	Objets.	Durée de l'expérience.	Tempéra-ture.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
54	Mucor stolonifer.	5 5	35 20,4	24,6 20,4	5,0 5,8	70,4 73,8	24,6 20,4	14,1 13,2	1,74 1,54
55	Id.	5 5	35 20,4	25,7 22,3	4,0 4,8	70,3 72,9	25,7 22,3	15,1 14,6	1,70 1,52
56	Acrostalagmus cinnabarinus.	6 1/2 6 1/2	35 15-15,5	16,9 12,0	4,3 8,4	78,8 79,6	16,9 12,0	16,5 12,4	1,02 0,96
57	Oidium lactis.	6 1/2 6 1/2	35 15-15,5	11,1 3,3	6,2 16,1	82,7 80,6	11,1 3,3	15,4 4,7	0,72 0,70

Le résultat incontestable de toutes les expériences que l'on vient de citer est celui-ci, qu'avec l'élévation de la température augmente le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. Dans certains cas (par exemple pour l'*Acrostalagmus cinnabarinus*, l'*Oidium lactis* et les autres), cette augmentation est presque nulle, mais on n'observe jamais le contraire, c'est-à-dire la diminution du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec l'élévation de la température. Il est possible aussi, sans doute, que l'âge de l'objet ne reste pas sans influence sur le degré de l'augmentation du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ avec l'élévation de la tempé-

rature. Je crois pourtant, que, dans un cas donné, cette influence dépend de la présence de diverses matières organiques dans les tissus de l'objet. Le chapitre suivant est consacré aux recherches sur ce sujet.

IV

Les recherches d'Aubert, de Gerber et les miennes sur l'influence de la matière nutritive sur l'augmentation du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ ont démontré que l'introduction des acides organiques dans l'organisme végétal augmente ce rapport $\frac{CO^2}{O^2}$, tandis que l'introduction des polysaccharides est accompagnée de son abaissement. On observe le même effet aux températures diverses.

Les expériences faites pour confirmer ce fait furent les suivantes.

Des mycéliums d'*Aspergillus niger* étaient cultivés sur le liquide de Raulin dans des ballons de Kresling retournés de haut en bas. L'ouverture de chacun de ces ballons est fermée hermétiquement par un bouchon de caoutchouc. Le bouchon présente trois ouvertures, dans lesquelles passent trois tubes de verre recourbés à angle droit à la partie extérieure. Deux tubes viennent presque jusqu'au fond du ballon et le troisième dépasse à peine la surface intérieure du bouchon. J'introduisais le liquide de Raulin avec les spores d'*Aspergillus niger* suspendues par ce dernier tube court. De cette manière, je remplissais les ballons de liquide à différents niveaux, de sorte qu'au-dessus du liquide il restait un certain volume d'air. Quand le mycélium s'agrandissait assez pour qu'il formât une épaisse et solide lame au-dessus du liquide nutritif, alors je retirais ce dernier par le tube court du ballon et je le remplaçais par la solution de la matière étudiée. Après quoi, à peu près dans 16-17 heures, je commençais l'expérience même. Avant l'expérience, dans l'espace d'une heure, je laissais passer dans le ballon à l'aide des longs tubes un fort courant d'air. Ensuite, les extrémités libres de ces tubes étaient soudées et je plaçais le ballon dans un grand cylindre rempli d'eau à la température voulue. En même temps, l'ouverture du ballon avec les branches

extérieures des tubes était plongée dans le mercure versé au fond du cylindre. De cette manière, j'arrivais à une fermeture complètement hermétique du ballon. Je transportais les cylindres avec les ballons dans des pièces à températures diverses. Les expériences duraient 4 à 5 heures. L'expérience finie, je prenais, de la manière déjà décrite, l'échantillon d'air et je l'analysais. Les résultats de ces expériences sont consignés dans le tableau suivant :

Tabl. XVI. — **Aspergillus niger.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	Az p. 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
58	Mycélium sur 5 p. 100 solution de dextrose.	3 $^1/_2$ 3 $^1/_2$	36 22,4	20,5 16,0	4,5 5,0	75,0 79,0	20,5 16,0	15,5 15,8	1,32 1,00
59	Idem.	4 $^1/_2$ 4 $^1/_2$	35 19	19,1 12,4	5,4 8,2	75,5 79,4	19,1 12,4	14,7 12,6	1,30 0,98
60	Mycélium sur 5 p. 100 solution de saccharose.	4 $^1/_2$ 4 $^1/_2$	35 18	17,7 11,8	5,6 7,8	76,7 80,4	17,7 11,8	14,5 13,0	1,22 0,91
61	Mycélium sur 3 p. 100 d'acide tartrique.	3 $^1/_2$ 3 $^1/_2$	36 22,4	28,5 20,3	4,8 5,3	66,7 74,4	28,5 20,3	14,0 14,4	2,03 1,40
62	Mycélium sur 3 p. 100 solution d'acide tartrique.	4 4	36 21,8	27,7 19,5	5,4 5,5	66,9 75,0	27,7 19,5	13,1 14,4	1,35 2,11
63	Mycélium sur 5 p. 100 solution de glycérine.	3 $^1/_2$ 3 $^1/_2$	36 22,5	13,2 8,9	5,0 6,0	81,8 85,1	13,2 8,9	16,1 16,3	0,82 0,54
64	Idem.	4 4	36 22	12,7 8,4	6,3 5,6	81,0 86,0	12,7 8,4	14,7 16,8	0,86 0,50
65	Mycélium sur 3 p. 100 solution de mannite.	24 24	35 3-5	20,5 5,0	3,0 14,1	79,5 80,9	20,5 5,0	17,1 6,9	1,20 0,73

Une autre série d'expériences concernait les changements du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ à températures diverses quand l'aliment manque dans le liquide nutritif. Pour cela, j'introduisais sous le mycélium de l'eau distillée au lieu du liquide Raulin et laissais le mycélium sur l'eau pendant quelques jours. Voici les résultats de deux séries d'expériences :

TABL. XVII. — **Aspergillus niger.**

NUMÉROS des expériences.	OBJETS.	DURÉE de l'expérience.	TEMPÉRATURE.	CO^2 pour 100.	O^2 pour 100.	Az pour 100.	CO^2 dégagé p. 100.	O^2 absorbé pour 100.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.
		heures.	degrés.						
66	Après un jour de disette.	24 24	35 19-20	19,0 9,7	2,5 7,1	78,5 83,2	19,0 9,7	17,9 14,7	1,06 0,66
67	Idem.	22 22	35 3-5	19,4 1,6	3,9 17,0	76,7 81,5	19,4 1,6	16,2 4,4	1,19 0,36
68	Un jour de disette.	4 4	36 21,8	16,4 8,7	5,4 9,2	78,2 82,1	16,4 8,7	15,2 12,4	1,08 0,70
	Trois jours de disette.	4 4	36 21,2	11,3 5,4	8,0 12,9	80,7 81,7	11,3 5,4	13,0 8,7	0,87 0,62
	Cinq jours de disette.	4 1/2 4 1/2	36 22	4,4 2,0	13,5 16,9	81,7 81,1	4,4 2,0	7,7 3,9	0,57 0,51

En comparant les rapports $\frac{CO^2}{O^2}$ pour les températures diverses de la dernière expérience, nous obtiendrons les chiffres suivants, si nous acceptons que le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ pour la température 20° est l'unité.

Le premier jour de disette .... 1,54 : 1
Le troisième — .... 1,40 : 1
Le cinquième — .... 1,10 : 1

Nous voyons que, plus le mycélium est affamé, moins l'éléva-

tion de la température influe sur le changement du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$. En comparant ce résultat avec les faits cités plus haut que la présence dans les tissus des acides organiques et des hydrates de carbone contribue le plus à l'augmentation du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ par l'élévation de la température, on peut admettre avec une certaine probabilité que, dans un mycélium affamé, disparaissent les hydrates de carbone et les acides et que l'exhalation de l'acide carbonique dans cette période de temps se passe aux dépens de la destruction des matières protéiques. Toutes les expériences précédentes démontrent que l'âge du mycélium n'a aucun rôle dans le cas donné ; les expériences dans lesquelles les mycéliums étaient couverts de nombreuses spores, par conséquent déjà vieux, faisaient voir les changements du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ sous l'influence de la température élevée, toutes les fois qu'on introduisait la nouvelle substance nutritive.

CONCLUSIONS

Les conclusions générales de mes recherches sont les suivantes :

1° Le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ change avec la température, en s'accroissant avec son élévation.

2° L'influence de la température sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ se fait voir d'autant plus clairement que les objets sont plus jeunes.

3° L'influence de la température dépend de la qualité de la matière nutritive qui se trouve dans les tissus végétaux.

4° La disparition de la matière nutritive du tissu est accompagnée d'une influence moins sensible de la température sur le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.

SUR LES DIVERSES SORTES

DE

MÉRISTÈLES CORTICALES DE LA TIGE

Par M. PH. VAN TIEGHEM.

On sait que la stèle de la tige peut séparer des portions d'elle-même, qui cheminent ensuite librement dans l'écorce, dont l'assise interne les entoure chacune d'un endoderme particulier. J'ai nommé dans tous les cas *méristèles* les portions de stèle ainsi détachées ; ce sont toujours des méristèles *corticales*. Mais il en faut distinguer de plusieurs sortes.

Le plus souvent, la séparation intéresse, de la périphérie au centre, toute la profondeur de la stèle, dont elle détache tout un secteur. La méristèle corticale se compose alors d'au moins un faisceau libéroligneux tout entier, avec la portion de péricycle adossée en dehors à son liber, la portion de moelle contiguë en dedans à son bois et les deux moitiés des rayons qui le séparaient des faisceaux voisins, en un mot avec toute la gaine de conjonctif qui l'entourait dans la stèle, gaine que, dans la méristèle, j'ai désignée sous le nom de *péridesme*. Formée ainsi d'un faisceau libéroligneux et d'un péridesme, la méristèle peut être dite *complète*, puisqu'on y retrouve, semblablement disposées, les diverses régions de la stèle totale.

Complète de la sorte au point où elle quitte la stèle, la méristèle demeure ordinairement telle dans tout son parcours à l'intérieur de l'écorce. Mais il arrive aussi qu'elle va bientôt s'appauvrissant progressivement à mesure qu'elle s'y élève,

perdant d'abord le bois, puis le liber de son faisceau libéroligneux, pour se réduire finalement à son péridesme dans toute sa région supérieure. C'est alors une méristèle devenue *incomplète par réduction*.

Ailleurs, la séparation ne porte dès le début que sur une partie de l'épaisseur de la stèle, par exemple sur sa région périphérique, située entre l'endoderme et les tubes criblés les plus externes du liber, en un mot sur son péricycle, toutes les régions plus profondes, liber, bois, rayons et moelle, restant en place. La méristèle, qui conserve ensuite cette simplicité de structure dans tout son parcours à l'intérieur de l'écorce, peut être dite *incomplète par essence*.

Examinons séparément ces trois sortes de méristèles corticales.

1° *Méristèles corticales complètes*. — Suivant les plantes, les méristèles corticales complètes, et qui demeurent telles, se comportent, comme on sait, de trois manières différentes.

Tantôt, séparées de la stèle de la tige vers la base ou le milieu d'un entre-nœud quelconque, elles ne séjournent dans l'écorce que dans le reste de cet entre-nœud et pénètrent tout entières dans la feuille du nœud suivant. Ou bien, elles traversent ce nœud et c'est seulement après avoir parcouru encore un ou quelques entre-nœuds qu'elles se rendent, toujours tout entières, dans la feuille du second nœud ou d'un nœud supérieur. Après leur départ total, plus ou moins proche de leur entrée dans l'écorce, la stèle sépare aussitôt tout autant de nouvelles méristèles pour les remplacer. Les méristèles corticales qui se comportent ainsi doivent être regardées comme appartenant déjà à la feuille à laquelle elles sont destinées et où elles se rendent ; en un mot, elles sont déjà *foliaires*. Leur sortie anticipée et successive, suivie de leur présence momentanée autour de la stèle, ne sont qu'une modification intéressante du type monostélique normal de la tige.

Cette modification peut à son tour offrir deux aspects différents. Quelquefois, la feuille ne reçoit, au nœud où elle s'insère, qu'une de ces méristèles corticales, sans rien emprunter à la stèle à ce niveau, comme dans les Casuarines (*Casuarina*), par exemple. Le plus souvent, elle reçoit deux ou un nombre pair

de méristèles corticales et, en même temps, tire directement de la stèle, au nœud même, sa méristèle médiane, comme dans les Diptérocarpacées, les Ochnacées, etc., par exemple.

Tantôt, séparées de la stèle de la tige près de sa base, à son premier nœud, c'est-à-dire au nœud cotylaire, et toutes à la fois, elles cheminent dans l'écorce à côté de la stèle dans toute sa longueur, envoyant seulement à chaque nœud, à partir du second, chacune une branche qui entre aussitôt dans la feuille correspondante, avec la méristèle médiane émise par la stèle au nœud même. Au même titre que la stèle elle-même, elles sont alors et demeurent parties intégrantes de la tige ; en un mot, elles sont *caulinaires*. Leur sortie simultanée et leur présence permanente à côté de la stèle caractérisent un type particulier de structure de la tige, type que j'ai nommé *mésostélique*.

Tantôt, enfin, la stèle de la tige sépare ses méristèles encore près de sa base, au nœud cotylaire, et toutes à la fois, comme dans le second cas; mais, comme elle en produit tout autant qu'elle possède de faisceaux libéroligneux, elle s'épuise du même coup en les formant et disparaît comme telle, laissant l'écorce pénétrer jusqu'au centre, en son lieu et place. N'envoyant à chaque nœud dans la feuille qu'une branche chacune, caulinaires, par conséquent, comme dans le second cas, ces méristèles corticales constituent à elles seules tout le système libéroligneux de la tige ; elles sont comme la monnaie de la stèle disparue. J'ai nommé *schizostélique* ce type de structure, qui se relie au type monostélique ordinaire par l'intermédiaire du type mésostélique, dont il n'est en somme qu'une réalisation plus complète.

Suivant les plantes, il offre trois modifications différentes. Ou bien les méristèles sont et demeurent libres : il y a *dialyméristélie*, comme dans la Prèle des bourbiers, les Ophioglosses, etc. Ou bien elles s'unissent bord à bord en un tube, soit seulement par leurs péridesmes, comme dans la Prèle des champs, etc., soit en même temps par leurs faisceaux libéroligneux, comme dans les Botryches, etc. ; dans ce second cas, il y a *gamoméristélie*.

2° *Méristèles corticales incomplètes par réduction.* — C'est sur les méristèles corticales incomplètes, soit qu'elles le deviennent

par réduction progressive le long de leur parcours, soit qu'elles se trouvent à cet état dès leur point de séparation, que la présente Note voudrait attirer l'attention des anatomistes.

Considérons d'abord celles de la première sorte, en prenant pour premier exemple le rhizome des Acores (*Acorus*), notamment de l'A. graminé (*A. gramineus*) (1).

La stèle émet çà et là, en divers points de sa périphérie, des méristèles complètes, dont le péridesme est différencié tout autour en une gaine fibreuse, elle-même entourée d'un endoderme dont les cellules épaississent et lignifient leur membrane en forme d'U et contiennent chacune un cristal d'oxalate de calcium. De ces méristèles corticales, les unes, en petit nombre, demeurent complètes dans tout leur trajet à l'intérieur de l'écorce et pénètrent telles quelles dans les feuilles supérieures. D'autres, plus nombreuses, perdent progressivement, à mesure qu'elles s'élèvent dans l'écorce, le bois de leur faisceau libéroligneux, se réduisent à un faisceau libérien entouré d'une gaine fibreuse plus épaisse et entrent ainsi dans les feuilles supérieures. D'autres, plus nombreuses encore, s'appauvrissent davantage, perdent aussi progressivement leur faisceau libérien, se réduisent à un cordon fibreux péridesmique et pénètrent avec cette structure simplifiée dans les feuilles supérieures. La coupe transversale du rhizome montre donc à tout niveau des méristèles à ces trois états, avec tous les passages de l'un à l'autre, disséminées en grand nombre dans toute l'épaisseur de l'écorce. Il y en a, par exemple, à un certain niveau, 17 complètes, 30 formées d'un faisceau libérien et d'une gaine fibreuse péridesmique, et 65 réduites à un cordon fibreux péridesmique ; en tout, 112 à ce niveau. L'endoderme qui entoure ces cordons fibreux permet de distinguer les méristèles corticales ainsi réduites d'avec les cordons fibreux provenant d'une différenciation directe de l'écorce qu'on rencontre dans la tige de beaucoup d'autres plantes, par exemple dans le rhizome des Laiches (*Carex*). Complètes ou incomplètes par réduction à divers degrés, toutes les méristèles corticales du rhizome des Acores se

(1) Pour la structure de ce rhizome, voy. Ph. van Tieghem, *Recherches sur la structure des Aroïdées* (Ann. des Sc. nat., Bot., 6e série, VI, p. 99, pl. VIII, fig. 1-11, 1867).

rendent directement aux feuilles, remplacées à mesure par des méristèles complètes émanées de la stèle ; elles sont donc toutes foliaires, et la tige ainsi construite appartient au type monostélique.

Un second exemple de méristèles corticales devenant incomplètes par réduction nous est offert par la tige de toutes les Buxées de l'Ancien Monde, aussi bien des trois genres africains Buxanthe (*Buxanthus*), Buxelle (*Buxella*) et Notobuxe (*Notobuxus*), que du genre Buis (*Buxus*), dont les espèces croissent en Europe et en Asie (1). Au nœud même, la stèle de la tige de ces plantes sépare, pour chacune des deux feuilles opposées, une large méristèle en arc, qui détache aussitôt de chacun de ses bords une petite branche.

En Europe et en Asie, c'est-à-dire dans les diverses espèces de Buis, cette branche s'incurve aussitôt tout entière latéralement en dehors, et descend dans l'épaisseur de l'écorce de la tige, jusque vers la base de l'entre-nœud, où elle se termine librement ; la partie médiane de l'arc entre seule dans la feuille. Pratiquée à peu de distance au-dessous du nœud, la coupe transversale de la tige quadrangulaire montre donc aux angles quatre méristèles corticales complètes, tournant en dehors le liber, en dedans le bois de leur faisceau libéroligneux, avec un péridesme différencié en arc fibreux en dedans du bois. A mesure qu'elles descendent, elles s'amincissent et en même temps s'appauvrissent, perdant progressivement d'abord le bois, puis le liber de leur faisceau libéroligneux et se réduisant, avant de se terminer, à un mince cordon fibreux péridesmique.

En Afrique, c'est-à-dire dans les Buxanthes, Buxelles et Notobuxes, la branche issue de la méristèle foliaire à sa base se bifurque aussitôt ; le rameau interne passe dans la feuille, où il accompagne de chaque côté la méristèle médiane ; le rameau externe seul descend dans l'écorce de la tige, où il se comporte comme il vient d'être dit pour la branche totale dans les Buis.

Dans toutes les Buxées de l'Ancien Monde, la tige possède donc quatre méristèles corticales, complètes au point où elles

(1) Pour la structure de la tige des Buxées, voy. Ph. van Tieghem, *Sur l'élongation des nœuds* (Ann. des Sc. nat., Bot., 8e série, V, p. 159, 1897), et *Sur les Buxacées* (*Ibid.*, V, p. 301, 1897).

quittent la stèle, mais devenant progressivement incomplètes, jusqu'à se réduire à leur péridesme. Ces méristèles y appartiennent aux feuilles, elles y sont foliaires, mais tout autrement que chez les Acores. Là, c'était parce que, venant de la tige, elles y séjournaient quelque temps en montant dans son écorce avant d'entrer dans la feuille ; ici, c'est parce que, venant de la feuille à sa base, elles n'y entrent pas, mais restent dans la tige en descendant dans son écorce, où elles se terminent. Chacun des deux exemples qu'on vient de signaler offre donc le phénomène sous un aspect différent.

3° *Méristèles corticales incomplètes par essence.* — Lorsque la séparation n'intéresse que le péricycle de la stèle, soit dans la totalité, soit seulement dans une partie de son épaisseur, la méristèle corticale est dès sa base et demeure dans toute son étendue très incomplète, étant de nature exclusivement péricyclique.

Suivant les plantes, le péricycle de la tige offre, comme on sait, une grande diversité de conformation. La structure particulière qu'il possède au point où la méristèle s'en détache déterminera, dans chaque cas, la composition de celle-ci. Bornons-nous à en citer ici deux exemples, où cette diversité de structure est très frappante.

Pourvu qu'on en éloigne d'abord les Chiches (*Cicer*), qui ne lui appartiennent pas, les Viciées forment, comme on sait, dans la famille des Légumineuses et dans la sous-famille des Papilionées, une tribu nettement caractérisée notamment par la remarquable structure de la tige, qui est mésostélique avec seulement deux méristèles corticales complètes, normalement orientées, alternes aux deux séries de feuilles distiques qu'elle porte. Par là, c'est déjà un bel exemple de la seconde des trois manières dont se comportent, comme il a été dit plus haut, les méristèles corticales complètes, c'est-à-dire du type mésostélique. Mais ce n'est pas tout (1).

Considérée au milieu d'un entre-nœud quelconque, la tige renferme, en outre, dans son écorce, en correspondance avec

(1) Pour la structure de la tige des Viciées, voy. Ph. van Tieghem, *Sur les faisceaux libéroligneux corticaux des Viciées* (Bull. de la Soc. bot., XXXI, p. 133, 1884).

les deux séries de feuilles, c'est-à-dire sur un diamètre perpendiculaire à celui des deux méristèles complètes, deux méristèles cylindriques, plus étroites et beaucoup plus simples. Sous son endoderme, dont les cellules renferment chacune un cristal d'oxalate de calcium, chacune d'elles se réduit, en effet, à un paquet de fibres lignifiées, toutes semblables entre elles et toutes pareilles à celles qui, dans le péricycle de la stèle, forment l'arc superposé à chacun des faisceaux libéroligneux, ou qui, dans les deux méristèles corticales complètes, forment l'arc fibreux externe du péridesme. La présence d'un endoderme autour de chacun des faisceaux fibreux empêche déjà de les confondre avec ces faisceaux de fibres lignifiées qui, dans la tige d'autres plantes, par exemple dans le rhizome des Laiches (*Carex*), se différencient directement dans l'épaisseur de l'écorce, à laquelle ils appartiennent en propre. La série des coupes transversales pratiquées de la base au sommet d'un entre-nœud quelconque, ou la section longitudinale axile de cet entre-nœud, menée perpendiculairement au plan médian des feuilles, permettent d'en observer l'origine et le mode de formation.

A la base même de l'entre-nœud, on voit l'arc fibreux péricyclique situé en dehors du faisceau libéroligneux correspondant à la feuille inférieure proéminer au dehors, en son milieu, et former une côte qui n'en intéresse pas toute l'épaisseur. Puis, par une sorte de pincement, cette côte se sépare, entourée du repli de l'endoderme, d'avec la portion interne de l'arc fibreux, restée en place et en dehors de laquelle l'endoderme général se referme aussitôt. Ainsi détachée, la méristèle, non seulement est de nature exclusivement péricyclique, mais ne renferme même qu'une partie de l'épaisseur du péricycle. Elle monte, en s'écartant progressivement de la stèle, et chemine vers le milieu de l'épaisseur de l'écorce, dans toute la longueur de deux entre-nœuds. Au second nœud, où se trouve insérée la feuille superposée à celle qui a servi de point de départ, la stèle sépare le secteur dont l'arc fibreux péricyclique a fourni, deux entre-nœuds plus bas, la méristèle corticale incomplète, secteur qui pénètre aussitôt dans la feuille dont il forme la méristèle médiane, pendant que les deux branches produites par les méristèles corticales complètes y entrent aussi et y constituent les

méristèles latérales. En s'incurvant en dehors pour aller à la feuille, la méristèle médiane rencontre forcément, vers le milieu de l'épaisseur de l'écorce, la méristèle réduite dont il vient d'être question. Elle se fusionne avec elle ; le faisceau fibreux cylindrique se confond de nouveau avec l'arc fibreux du secteur, dont il s'était détaché deux entre-nœuds plus bas, et le tout, entouré d'un endoderme commun, reconstitue, avant d'entrer dans la feuille, une méristèle complète et totale, comme si aucune séparation n'avait eu lieu. Immédiatement au-dessus de ce second nœud, la stèle de la tige reforme au même endroit, comme il a été dit plus haut, une nouvelle méristèle fibreuse, qui remplace la méristèle disparue.

Contrairement aux deux méristèles corticales complètes, qui sont, comme on sait, caulinaires, les deux méristèles corticales incomplètes de la tige des Viciées entrent tout entières dans les feuilles, mais elles s'y perdent comme telles en y entrant ; elles sont donc foliaires, mais d'une façon très singulière et qui leur est propre. Il en résulte une modification remarquable du type mésostélique, qui caractérise ces plantes.

Les choses sont plus compliquées dans la tige des Calycanthes (*Calycanthus*), qui sera notre second exemple.

Rappelons d'abord que, dans le genre voisin Chimonanthe (*Chimonanthus*), qui constitue avec le premier la très intéressante petite famille des Calycanthacées, la tige offre dans son péricycle une anomalie remarquable (1). La stèle est carrée, avec un péricycle plus mince sur les côtés, plus épais sur les angles. Sur les côtés, il se réduit à de minces arcs fibreux, bientôt unis bord à bord, par la sclérose en U des cellules intermédiaires, en un étui scléreux continu, et à une ou deux assises de cellules à parois minces, demeurées vivantes en dedans de cet étui. Sur les angles, il est composé de quatre choses. En dehors est un arc fibreux, plus épais et plus large que les arcs fibreux des côtés, auxquels il est réuni, comme ceux-ci entre eux, par la sclérose en U des cellules intermédiaires. Contre le bord interne concave de cet arc, s'applique directement une bande tan-

(1) Voy. à ce sujet : Ph. van Tieghem, *Structure de la tige des Calycanthacées* (Bull. du Mus., X, p. 68, 1904, et Ann. des Sc. nat., Bot., 8e série, XIX, p. 305, 1904).

gentielle formée de vaisseaux et de fibres, elle-même recouverte en dedans par un arc plus épais et plus large, qui la dépasse de chaque côté, formé de tubes criblés et de cellules de parenchyme. Ensemble ces deux parties constituent un faisceau cribrovasculaire inversement orienté. Enfin, les tubes criblés les plus internes, souvent écrasés, de ce faisceau, sont séparés des tubes criblés les plus externes, également écrasés, du liber, par trois à cinq assises de grandes cellules à parois minces, demeurées vivantes et renfermant des chloroleucites, qui appartiennent encore au péricycle.

La tige du Chimonanthe possède donc, dans l'épaisseur de son péricycle, entre la zone scléreuse externe et la couche parenchymateuse interne, quatre faisceaux cribrovasculaires inverses, qui correspondent aux angles et par conséquent alternent avec les quatre séries de feuilles opposées décussées, insérées sur les côtés. C'est là une anomalie singulière, caractérisant une modification remarquable du type monostélique, sans exemple connu jusqu'à présent et qui donne à ce genre un grand intérêt au point de vue de la Science générale.

Ceci rappelé, si l'on suppose que chacun des quatre angles de la stèle du Chimonanthe, constitué comme il vient d'être dit, se sépare du reste dès la base de la tige par un pincement opéré dans le milieu de la zone parenchymateuse interne du péricycle et que chacune des quatre portions de stèle, ainsi découpées, chemine ensuite librement à l'intérieur de la zone interne de l'écorce, entourée d'un endoderme particulier, dans toute la longueur de la tige, on aura précisément la structure qui caractérise les Calycanthes.

Autour de sa stèle, qui est cylindrique et dont le péricycle est normal, la tige des Calycanthes possède, en effet, dans la zone interne de l'écorce, quatre méristèles corticales correspondant à ses angles, et alterne à ses quatre séries de feuilles, qui sont ici aussi opposées décussées. Sous son endoderme, chacune d'elles offre, en dehors, un large arc fibreux, plus épais en son milieu, où il fait saillie vers l'intérieur, en forme de crête, séparant deux concavités. Dans chaque concavité est logé un paquet de vaisseaux mêlés de parenchyme, bordé en dedans par un arc épais de tubes criblés mêlés de parenchyme, formant ensemble

un faisceau cribrovasculaire inverse, dirigé obliquement par rapport au rayon. L'arc fibreux externe recouvre donc deux pareils faisceaux, qui divergent vers l'intérieur en forme de V renversé. Chacun des arcs criblés est bordé en dedans par un arc fibreux plus étroit et plus mince que l'arc fibreux externe et ces trois arcs fibreux sont reliés bord à bord par une assise de cellules à parois minces. Ainsi constituée, la méristèle corticale offre bien la même structure que la portion de péricycle qui occupe l'angle de la stèle carrée dans la tige du Chimonanthe. Il y a seulement cette différence, tout à fait secondaire, que, dans l'angle de la stèle du Chimonanthe, le faisceau cribrovasculaire inverse est simple, tandis que, dans la méristèle corticale des Calycanthes, il y a côte à côte deux faisceaux cribrovasculaires inverses.

Bien qu'offrant une structure très compliquée, les méristèles corticales des Calycanthes n'en doivent donc pas moins être considérées comme incomplètes, comme de nature exclusivement péricyclique, et même n'intéressant pas la totalité de l'épaisseur du péricycle aux points où elles s'en détachent, puisqu'elles laissent dans la stèle une partie de sa zone parenchymateuse interne. Leur complexité de structure, elles la doivent à la structure complexe du péricycle au point de séparation. Il n'en est pas moins vrai qu'elles simulent par là des méristèles complètes, au point que, n'était l'orientation inverse de leur faisceau cribrovasculaire, on pourrait être porté à les considérer comme telles. Ce serait une erreur, qu'il faut éviter. En conséquence, il faut se garder aussi de dire *libéroligneux* le faisceau qu'elles renferment et de nommer *péridesme* la couche fibroparenchymateuse qui l'entoure.

Si maintenant l'on suit, dans toute la longueur de la tige, la course de ces méristèles corticales, on voit qu'à chaque nœud elles émettent chacune une petite branche qui entre dans la feuille correspondante, en même temps que la large méristèle médiane produite par la stèle au nœud même. Elles sont donc, comme la stèle, parties constitutives de la tige et contribuent seulement, au même titre que la stèle elle-même, à la formation des feuilles; en un mot, elles sont caulinaires, comme les méristèles corticales complètes des Viciées, et non foliaires, comme

les méristèles corticales incomplètes de ces plantes. Par là, la tige des Calycanthes se rattache au type mésostélique, dont elle offre une modification remarquable.

Si les méristèles corticales complètes peuvent, suivant les plantes, être tantôt caulinaires et tantôt foliaires, on voit qu'il en est de même pour les méristèles corticales incomplètes par essence, notamment pour celles qui sont de nature exclusivement péricyclique, telles que l'on vient de les étudier chez les Viciées et les Calycanthes.

Au lieu de se limiter au péricycle, comme dans les deux exemples précédents, la séparation peut intéresser une plus grande partie de l'épaisseur de la stèle, sans en atteindre cependant toute la profondeur. Encore incomplète, par conséquent, la méristèle ainsi détachée l'est pourtant à un moindre degré et peut simuler, comme dans les Calycanthes, mais d'une tout autre manière, une méristèle complète. Tel est le cas, par exemple, chez les Osmondacées.

Le rhizome de l'Osmonde royale (*Osmunda regalis*) a, comme on sait, dans son épaisse écorce, un grand nombre de méristèles, disposées sur plusieurs rangs, qui se rendent une à une et tout entières dans les feuilles supérieures, qui sont donc foliaires. Chacune d'elles se compose d'un large faisceau libéroligneux réniforme à concavité interne, dans lequel le second bois primaire ou métaxylème, formé de larges vaisseaux scalariformes, dépasse de chaque côté le premier bois primaire ou protoxylème, formé d'étroits vaisseaux spiralés et annelés, faisceau entouré d'un péridesme parenchymateux et bordé par un endoderme à cadres lignifiés. La zone corticale qui enveloppe cet endoderme conserve ses parois minces et incolores, tandis que le reste de l'écorce épaissit, lignifie et colore en brun ses membranes.

Ainsi constituées, ces méristèles corticales paraissent complètes. Elles ne le sont pourtant pas.

Sous un péricycle parenchymateux, la stèle de ce rhizome contient, comme on sait, au nombre de 13, en rapport avec la disposition 5/13 des feuilles, des faisceaux libéroligneux rangés en un cercle unique autour d'une large moelle parenchymateuse. Les arcs libériens de ces faisceaux confluent bord à bord

en un anneau continu, mais leurs bois sont séparés par des rayons de parenchyme. Considéré à peu de distance au-dessous du départ de la méristèle correspondante, chaque massif ligneux a, sur la coupe transversale, la forme d'un fer à cheval à concavité interne. Le protoxylème s'y réduit à un petit triangle d'étroits vaisseaux spiro-annelés, tout au fond de la concavité; tout le reste est un métaxylème à larges vaisseaux scalariformes, se développant de dedans en dehors au-dessus du protoxylème jusqu'au bord externe convexe, de dehors en dedans, au contraire, dans les deux branches reployées vers l'intérieur.

En se séparant, la méristèle emporte un arc péricyclique, l'arc libérien sous-jacent, la portion externe du massif ligneux, c'est-à-dire l'arc unissant les deux branches du fer à cheval, composé du triangle de protoxylème et de l'arc de métaxylème centrifuge qui lui est superposé et qui le déborde de chaque côté, enfin la portion de moelle qui borde le protoxylème et qui se réunit aussitôt de chaque côté à l'arc péricyclique externe pour former le péridesme. Les deux grandes branches du fer à cheval, formées uniquement de métaxylème centripète, restent en place dans la stèle ; c'est précisément ce qui rend la méristèle incomplète. La conséquence de cet amoindrissement, c'est qu'une fois dans l'écorce, entourée de son endoderme particulier, après que l'endoderme général de la stèle s'est refermé en dedans d'elle, elle est simplement réniforme, comme il a été dit plus haut et non en fer à cheval à longues branches, comme elle serait si elle était complète.

Maintenant que l'attention des anatomistes est attirée sur ces méristèles corticales incomplètes à divers degrés, soit par réduction progressive, soit par essence, il est probable que d'autres exemples viendront bientôt se joindre à ceux qui ont fait l'objet de ce petit travail.

LISTE

DES

ALGUES MARINES DE LA BARBADE

Par Mlle A. VICKERS. (1)

En 1898, ayant eu l'idée d'aller herboriser aux Antilles, j'ai fait venir les cartes marines des îles Antigua, Trinidad, Grenada et Barbados afin de me renseigner sur le choix d'un séjour pour l'hiver.

Grâce à ces cartes, j'ai pu étudier ces îles, leurs côtes, les profondeurs de la mer autour des côtes, et j'ai constaté que la Barbade avait sur toutes les autres, outre l'avantage de posséder un climat absolument idéal, un autre avantage inappréciable au point de vue algologique, c'est que sa surface était plate, de sorte que la mer devait, en se retirant, découvrir une étendue de terrain beaucoup plus considérable qu'ailleurs. En cela, je ne me suis pas trompée. D'ailleurs, cet agrément, et celui d'avoir un excellent climat, ne sont pas les seuls que présente la Barbade. L'île étant petite, il est plus facile d'en faire le tour. Les routes sont bonnes, et suivent la côte presque tout le temps.

Une des difficultés, lorsqu'on arrive à la Barbade, est de se rendre compte de l'heure et de la hauteur des marées. Il n'existe pas de tables des marées, et si l'on se renseigne auprès des autorités et des marins du port, on est toujours induit en erreur. Si l'on suit leurs conseils, on arrive infailliblement à marée haute au lieu choisi pour l'herborisation.

Il faut se faire une expérience ; au commencement on se trompe souvent. Mais on finit à la longue par se tirer d'affaire. Les marées sont très irrégulières; elles ne sont pas aux mêmes heures, sur la côte sud, et sur la côte nord-est. Il y a presque deux heures de différence. A la Barbade, la marée procède par bonds ; pendant deux ou trois jours de suite, elle baisse à peu près à la même heure, puis, le quatrième jour, elle ne commence à descendre que trois heures plus tard, aussi faut-il s'y prendre à temps et remettre à point dans l'après-midi l'expédition du matin suivant. Il y a des jours aussi où la mer ne baisse pas du tout, mais il n'y a rien de certain ni de régulier, de sorte que l'on ne peut savoir d'avance ce qu'il en sera. En somme, les marées aux Antilles ne ressemblent en rien aux marées de France.

La côte sud commence à Bridgetown, suit tous les contours de Carlisle Bay, et finit au phare de South Point. Mon premier champ d'exploration a été Hastings Rocks, plage d'Hastings, qui s'étend en face de l'hôtel de la Marine. La plage, comme presque partout, descend en pente douce sur une étendue de trois ou quatre mètres; puis cette pente s'arrête et le terrain devient parfaitement plat. Il est rarement tout à fait à découvert ; pour herboriser, il faut marcher dans l'eau, au moins jusqu'à la cheville, quelquefois jusqu'aux genoux, et il arrive même d'avoir à entrer dans l'eau jusqu'à la ceinture quand il s'agit de passer sur un récif. Pour arriver à ce terrain plat, il faut donc que la marée soit vraiment basse. A Hastings Rocks, on rencontre de temps en temps des trous artificiels, espèces de piscines creusées à l'intention des baigneurs ; c'est dans ces endroits-là, ou plutôt le long des bords de ces bassins que poussaient les plus beaux échantillons de *Caulerpa plumaris*. Puis, dans les parties moins profondes, on aperçoit un certain nombre de Chlorophycées, *Enteromorpha*, *Cladophora*, et aussi quelques Cyanophycées. Ce sont ces deux groupes qui dominent à Hastings Rocks.

Au bout de la longue plage d'Hastings se trouve le coin délicieux qui se nomme Worthing. C'est un cap formé de grands rochers surplombants, sous lesquels s'étend une petite baie où l'eau peu profonde est toujours calme. Cette baie est encore

protégée par un récif. Nous faisions là d'abondantes récoltes, car c'était un vrai jardin pour les Caulerpes. Sur un fond légèrement vaseux, poussent, en grande quantité, le *Caulerpa pinnata f. mexicana*, le *Caulerpa cupressoides f. elegans*. Un peu plus loin sur le récif, des masses de *Liagora valida* et *pulverulenta*, mélangés à de nombreux *Caulerpa plumaris* et *Caulerpa clavifera*. Ce récif conduit à marée très basse jusqu'à la pointe. Tout en marchant on aperçoit de temps en temps de belles touffes rouge pourpre formées par le *Galaxaura marginata*. A la pointe même, ce sont les Chlorophycées que l'on retrouve de nouveau, surtout à la base des rochers surplombants, où pousse l'*Ulva fasciata*, dont les longues feuilles, d'un vert éclatant, suivent tout doucement le va et vient de l'eau.

De l'autre côté de cette pointe est Rockley Bay, plage de sable assez étendue, mais protégée en partie par une longue barrière de rochers, sur laquelle les vagues déferlent en tout temps, même par les journées les plus calmes. A l'abri de ces rochers, on peut explorer des flaques peu profondes, lesquelles, bien que séparées jusqu'à un certain point de la mer, restent pourtant en communication avec elle, car les vagues en se brisant, passent par-dessus la barrière, forment cascade, et ces flaques, un moment presque vides, se trouvent tout d'un coup pleines à déborder, ce qui n'est pas toujours d'un grand agrément pour l'algologue. En suivant le côté intérieur de ces rochers, et passant la main dessous, on trouve dans les cavités de beaux échantillons de *Caulerpa racemosa f. clavifera* et de *Caulerpa taxifolia*. Dans les flaques, poussent les *Padina gymnospora*, *Dictyota ciliata*, *Dilophus alternans*, *Gracilaria caudata* et *Gracilaria dentata*; sur la plate-forme de rochers, les *Ectocarpus hamatus* et *Duchassaingianus* et le *Pylaiella Hooperi*. Non seulement toutes les richesses algologiques semblent s'être assemblées dans ce coin, mais il y a celles qui viennent d'ailleurs, car le flot de la marée montante en amène de tous les côtés, et remplit ces flaques de nombreuses sortes d'Algues qui n'y ont certes pas poussé.

Une demi-heure de voiture, et nous arrivons à Saint-Laurence Rocks. Sa position ressemble un peu à celle de Worthing. Au pied de la petite église perchée sur la hauteur, sous les rochers

surplombants, j'ai cueilli à mi-marée le *Murrayella periclados*, poussant en compagnie du *Caulerpa fastigiata*. Les flaques à droite du rocher, sur la plage sablonneuse, ne contiennent guère que des espèces communes de *Cladophora* et d'*Enteromorpha*. Les points les plus intéressants de cette baie sont les récifs auxquels on ne peut guère arriver sans l'aide d'un bateau. C'est là que poussent l'*Hydroclathrus cancellatus*, le *Symploca hydnoides f. fasciculata*, le *Digenea simplex*, et cette Floridée étrange d'aspect, le *Trichoglœa lubrica*.

Au delà de Saint-Laurence, une côte intéressante à explorer est celle de Maxwell, côte excessivement plate dans certaines parties. Quand la mer baisse beaucoup, elle laisse à découvert de grands bancs de Zostères formant des plaques autour desquelles on circule, et, faisant force zigzags, on peut en suivre les bords jusqu'à des distances considérables, mais il faut avoir soin de marcher sur les Zostères pour ne pas tomber dans quelque trou. Ces flaques sont remplies de *Gracilaria cervicornis* et de *Valonia verticillata*. A Maxwell aussi, il y a beaucoup d'Algues flottantes rejetées par la mer. Parmi ces Algues, j'ai trouvé souvent de beaux échantillons de *Dictyopteris Justii*, de *Polysiphonia variegata* et de *Ceramium tenuissimum*.

Kendal Point était un de nos coins favoris. La plage, de plus d'un kilomètre de long, est abritée des vents d'est par une véritable falaise, celle qui se termine par le phare de South Point. La mer y était presque toujours calme. A marée très basse, on y trouve des tapis de *Caulerpa cupressoides f. typica*, forme bien moins commune que l'*elegans* à la Barbade. C'est là qu'un jour nous avons trouvé le *Cladophora crispula*. Nous avons pu en faire ce jour-là une abondante récolte. Bien nous en a pris, car nous ne l'avons plus retrouvé ; la fois suivante, ce *Cladophora* était remplacé par le *Polysiphonia havanensis*.

La côte est est assez différente d'aspect de la côte sud. A partir de South Point, l'abri fait complètement défaut. Toute cette partie de l'île est balayée par les vents d'est-nord-est qui règnent à la Barbade du mois de novembre au mois d'avril. Sur cette côte sauvage, l'endroit de mes prédilections était Valentia, village qui se compose d'une réunion de huttes délabrées, situé sur une hauteur dominant la mer. En descen-

dant une pente rocailleuse on arrive sur une longue plage qui, d'un côté, va rejoindre le pied du phare, et de l'autre s'arrête court devant une falaise à pic, formant une baie où s'amassent, en grand nombre, les Algues rejetées par le flot. Pas un seul rocher à explorer ! Seulement une plage de sable qui descend en pente graduée vers la mer. Et la mer est terrible à cet endroit ! Des vagues immenses roulent une infinité d'Algues marines. Avec un filet, on cherche à les attraper quand elles passent. Elles fuient si rapidement, que c'est à peine si l'on a le temps de les voir, et l'on ne revoit jamais celles que l'on manque. La flore marine de Valentia varie beaucoup ; à chaque visite, on récolte en abondance deux ou trois Algues, et ce ne sont jamais les mêmes deux fois de suite. Un jour nous n'avons récolté que du *Polysiphonia variegata* et du *Griffithsia globifera*, un autre, des *Bryopsis pennata* et des *Griffithsia opuntioides*, un troisième, du *Dictyopteris plagiogramma* en assez grande quantité (la plante est plutôt rare à la Barbade) et un quatrième, du *Siphonocladus tropicus* et du *Dictyopteris delicatula*, cette dernière plante étant abondante au point de changer la couleur de l'eau, sur une cinquantaine de mètres carrés. Toutes ces Algues doivent provenir des récifs qui entourent l'île comme d'une ceinture, récifs qui ne sont pas abordables, pour la raison que la plupart sont sous l'eau. Bien qu'ils soient marqués sur la carte, on n'en aperçoit pas le moindre vestige des hauteurs de Valentia.

Plus loin, toujours en se dirigeant vers le nord-est, on arrive à un autre point battu par la mer, le Crane : c'est un endroit décourageant pour l'algologue. Il n'y a pas de rochers, on a devant soi la même plage de sable qui ne finit jamais, et toujours aussi, ces vagues se brisant sur le rivage. Très beau site, mais assez monotone. On essaie le même manège qu'à Valentia ; on entre dans l'eau, on reçoit le choc des vagues pour ne ramasser rien qui vaille. Une seule visite au Crane pour admirer la belle vue et le feuillage vert des Cocotiers qui longent la plage, c'est plus que suffisant.

Remontant encore plus vers le nord, il y a Lord's Castle, intéressant à plus d'un point de vue. Le château, ou villa, qui appartient à un personnage nommé Lord, est une construction

de la fin du XVIIIe ou du commencement du XIXe siècle; c'est une des rares antiquités de l'île. Le château se trouve perché sur une hauteur; de là, on descend à travers un bois jusqu'à la plage, autre plage de sable, dont la monotonie est relevée par des rochers qui déterminent la formation, comme à Rockley Bay, de grandes flaques peu profondes, où nous avons trouvé quantité de *Polysiphonia macrocarpa* ; mais, à Lord's Castle, ce n'est pas sur les rochers que l'on ramasse le plus d'espèces différentes, c'est en explorant les grands tas de plantes marines, rejetées par la mer, formant un véritable matelas qui s'étale après une tempête, sur toute la longueur de la plage. Sur ce fouillis de toutes sortes de plantes, nous avons trouvé de très beaux échantillons de *Cryptonemia luxurians*, de *Grateloupia filicina*, et d'autres espèces intéressantes.

De toutes les côtes de la Barbade, celle du nord-est est, selon moi, la plus belle. Les côtes sud et ouest sont baignées par la mer des Caraïbes, et se ressentent, plus ou moins, du voisinage de l'Amérique du Sud, surtout de cet immense fleuve Amazone, qui déverse une telle quantité d'eau douce, qu'à son embouchure la mer s'en trouve toute dessalée. Rien d'étonnant d'après cela, que sur ces côtes plus ou moins imprégnées d'eau douce, ce soient les Algues brunes, vertes et bleues qui dominent, tandis que sur la côte nord-est, les Floridées se trouvent en plus grand nombre. D'aspect aussi, celle-ci est toute différente des autres. Cette côte, ou du moins la partie que nous avons explorée, s'étend depuis Conset jusqu'à Bathsheba. Le coup d'œil en est sévère, car, sur tout ce parcours, elle est hérissée de rochers. Du côté de la mer, on ne voit que des moutons blancs, à perte de vue. Ce n'est qu'une succession de lignes de rochers, de récifs, s'alignant les uns à la suite des autres; on ne voit partout que des brisants, des crêtes blanches, se perdant par moments dans une brume d'embruns. C'est seulement par les temps absolument calmes que l'on peut s'aventurer sur une pareille grève.

La baie de Conset est découpée en de petites anses, formées par des rochers qui s'avancent dans la mer. On passe de l'une à l'autre assez facilement, tantôt contournant les rochers, tantôt passant par-dessus. De temps en temps, on rencontre des flaques

très profondes, où pousse le *Galaxaura obtusata* en beaux échantillons, ainsi que de superbes touffes de *Bryothamnion Seaforthii* (à Maxwell et à Rockley Bay, cette plante, quoique commune, reste toujours de petite taille) puis du *Spyridia clavata* en magnifiques exemplaires, dont la forme peut se comparer à de grandes feuilles de Fougères, du *Gracilaria multipartita f. latior*, et dans les anfractuosités de rochers le *Bryopsis Leprieurii* et le *Struvea delicatula f. caracasana*.

Entre Conset Bay et Bath, il y a quelques coins excellents, une petite baie entr'autres où la mer apporte une quantité d'espèces délicates, *Crouania attenuata*, *Falkenbergia Hillebrandii* et quelques *Callithamnion* rares.

A Bath la flore marine varie. Il y a un plus grand nombre d'Algues brunes qu'à Conset. On y trouve souvent le *Zonaria lobata* et le *Padina variegata*; les *Dilophus alternans* et *guineensis* y abondent. Les Floridées sont représentées par de grosses plantes d'*Haloplegma Duperreyi*, par l'*Asparagopsis Delilei* et le *Chrysymenia uvaria*. A Bath, toutes ces plantes sont rejetées sur la plage. En face de Bath, il y a au loin un récif avec de grands rochers. A marée très basse, si l'on ne veut pas s'y rendre en bateau, on peut y aller à pied, sous la conduite d'un pêcheur qui connaît le passage. On arrive d'abord sur de grands bancs, formés par l'*Avrainvillea longicaulis*, puis on passe sur un autre plateau couvert d'innombrables flaques peu profondes, chauffées par un soleil ardent. C'est dans ces flaques que pousse l'*Udotea conglutinata* qui forme comme des petites coupes à pied se dressant çà et là. Dès que l'on a le bonheur de tomber sur l'une de ces petites coupes, on en cherche d'autres. Quittant ce plateau, on arrive sur le grand récif, près des rochers, but de l'excursion. Là, les flaques sont profondes, et l'on y trouve de bonnes choses, entr'autres, le *Codium repens* et le *Caulerpa Webbiana*, qui tapissent les parois de quelques rochers.

L'endroit le plus intéressant de toute cette côte est Bathsheba, avec ses grands rochers, formant une pointe qui avance dans la mer. C'était là que j'avais, en 1899, trouvé rejetés par la mer, trois petits exemplaires d'une Algue dont la fronde en réseau rappelait l'*Haloplegma* et le *Dyctyurus*. Aussi, je n'avais qu'un désir en 1903, c'était de retrouver d'autres exemplaires de cette

Algue, et surtout de découvrir l'endroit où elle poussait. Après bien des recherches, nos efforts finirent par être couronnés de succès. En soulevant les longues franges de *Sargassum* qui couvraient un rocher de peu d'apparence, nous nous aperçûmes que la partie inférieure de ce rocher était couverte d'un tapis moelleux, assez épais en certains endroits. C'était l'Algue que nous cherchions. Ensuite, deux ou trois jours après, en herborisant de l'autre côté de la pointe, à droite de l'hôtel Atlantis, nous la retrouvions encore, tapissant le dessus d'autres rochers, très avancés en mer. Nous avons fait notre récolte au milieu de mille difficultés, luttant contre les vagues qui nous enlevaient de dessus le rocher où nous travaillions. Menacée de perdre la belle moisson que nous avions déjà faite, nous avons dû quitter notre poste trop périlleux, et certes nous ne l'avons pas fait sans regret. Cette fois-ci les exemplaires étaient fructifiés, ce qui a permis de rattacher la nouvelle espèce au genre *Thuretia*. Trouvant intéressant de réunir les noms des deux amis dont la collaboration a rendu tant de services à la science algologique, je l'ai appelée *Thuretia Bornetii*. Abritées par les grands rochers de Bathsheba, il y a d'immenses flaques très profondes, riches en Algues. On y cueille d'énormes exemplaires d'*Haloplegma Duperreyi*, de *Cryptonemia crenulata* et *luxurians*. Dans les endroits plus battus, le *Laurencia cervicornis* et le *Chamaedoris annulata*, puis dans les parties moins profondes, dans les enfoncements de rochers ensablés plus exposés à la lumière, le *Monospora herpestica* qui y est assez commun. En 1899, j'avais eu la chance de tomber sur l'*Antithamnion Butleriae* récemment décrit par M. Collins, mais je ne l'ai pas retrouvé en 1903.

Il reste maintenant à mentionner la côte ouest que nous avons explorée, depuis Fontabelle jusqu'à Reid's Bay.

Fontabelle est un endroit abrité, une espèce de port peu profond, où l'on garde les bateaux qui servent à la pêche au poisson volant. A marée basse, on y trouve de beaux exemplaires de *Gracilaria cervicornis* et de *Gracilaria multipartita*. Nous y faisions de fréquentes visites en 1899, mais en 1903, à cause du voisinage de Pelican Island, où l'on transportait tous les malades atteints de petite vérole pendant l'épidémie de 1902-03, nous avons un peu négligé cette localité.

Un des bons endroits de la côte ouest était Prospect, plage de sable et de rochers ; à marée très basse, sur les cailloux, poussait en grande quantité le *Wrangelia Argus*. Au mois de février 1903, nous avons trouvé la côte couverte de *Liagora paniculata* et de *Liagora leprosa*, deux Algues assez rares à la Barbade.

A Burrows, nous avons encore revu les mêmes plantes ; à cet endroit aussi, à marée presque haute, les pierres étaient couvertes d'une mousse brune que nous avons trouvée être du *Sphacelaria tribuloides*.

Plus loin sur la côte, on arrive à Porters, où abondent les *Dictyota ciliata* et *crenulata*. Nous avons cueilli aussi une quantité de *Cladophora fascicularis* et de *Herposiphonia tenella*.

Le point le plus éloigné où nous avons herborisé, a été Cluff's Bay. La plage est assez difficile d'accès, on y descend par une pente raide et tortueuse. La mer est magnifique de ces côtés ! c'est l'extrême nord de l'île. Près de là se trouve la célèbre caverne connue sous le nom de *The animal flower Cave*. En quoi consistent ces animaux-fleurs, je n'ai jamais pu le savoir car ce n'est qu'en été, à de certains jours, que l'on peut pénétrer dans cette mystérieuse caverne. Nous nous sommes contentée d'explorer une baie où nous avons cueilli des *Caulerpa racemosa f. clavifera*, d'une taille prodigieuse, une Algue qui semble être un *Prionitis*, mais qui n'est malheureusement pas fructifiée, et des *Galaxaura marginata* aussi grands que les *Caulerpa racemosa*. Nous avons fait une récolte assez fructueuse, malgré le peu de temps que nous avons pu rester dans cette baie, où la mer épouvantable qui battait les rochers en plein nous empêchait de travailler comme nous l'aurions voulu.

En 1903, ce n'est que vers le milieu de mars que je me suis décidée à faire quelques dragages. En 1899, cela m'avait assez mal réussi. Le bateau était trop petit. Mes marins, deux grands nègres vigoureux, étaient paresseux et entêtés. Je n'arrivais pas à leur faire comprendre ce que j'attendais d'eux. Lorsque je maniais la drague et qu'elle commençait à tirer, comme par enchantement, les deux avirons se levaient en l'air et ne marchaient plus. Les rameurs, se reposant sur leurs lauriers, attendaient tout tranquillement, croyant que la drague allait se rem-

plir toute seule. Le résultat étant négatif, il a fallu essayer autre chose. Un d'eux proposa de plonger et de remplir la drague d'Algues. Puis les idées leur venant, toujours plus lumineuses, l'autre fit un plongeon, et revint à la surface rapportant une pierre couverte de *Caulerpa*, puis répéta le même manège à plusieurs reprises, toujours rapportant quelques Algues. Pendant ce temps-là, la drague servait d'ancre pour maintenir le bateau en place. Comme les espèces que le plongeur rapportait étaient les mêmes que je pouvais récolter à terre, j'y perdais mon temps et mon argent.

En 1903, j'ai eu plus de chance. J'ai pu me procurer un grand bateau, avec quatre bons marins, qui, quoique nègres, ont tout de suite saisi ce qu'ils avaient à faire. Grâce à eux, j'ai pu récolter à Carlisle Bay, le *Striaria intricata*, le *Zonaria variegata*, le *Lophocladia trichoclados* en assez grande quantité, le *Meredithia microphylla* et bien d'autres Algues intéressantes. J'ai fait des essais de dragages sur la côte ouest, mais la drague se prenait dans les bancs de corail, et c'est avec de grandes difficultés que l'on réussissait à la dégager. Du côté d'Oistin Bay, j'ai eu plus de succès, mais la mer était très agitée ; c'était la mer ouverte avec fonds de gravier et de cailloux. J'ai trouvé là quelques échantillons d'*Acetabularia caraibica* et de *Dictyota indica*, mais les dragages d'Oistin ne m'ont certes pas donné les bons résultats de ceux de Carlisle Bay.

En somme, mes deux séjours à la Barbade ont été assez satisfaisants au point de vue algologique ; dans l'espace de six mois et demi, j'ai recueilli 215 espèces, dont 56 Chlorophycées et Cyanophycées, 34 Phéophycées et 125 Floridées.

Parmi ces Algues, se trouvent 13 nouvelles espèces (2 Chlorophycées, 3 Phéophycées et 8 Floridées), et 14 espèces connues, non encore signalées dans la région, ensemble, 27 espèces à ajouter à la flore marine des Antilles.

MYXOPHYCÉES

1. LYNGBYA (LEIBLEINIA) SORDIDA Gomont. Flaque abritée, à mi-marée. R.R. Maxwell.
2. LYNGBYA ÆSTUARII Liebman.
   f. MINOR SYMPLOCOIDEA Gomont (ex ipso). Rochers battus, à basse mer, R. Janvier. Rockley Bay.
3. LYNGBYA MAJUSCULA Harvey. Flaques abritées, à mi-marée. C.C. De janvier à mars. Bath et Bathsheba.
4. LYNGBYA CONFERVOIDES Ag. Flaques abritées, à mi-marée. R. Janvier. Bathsheba, Lord's Castle.
5. SYMPLOCA HYDNOIDES Kützing.
   f. FASCICULATA Gomont. Rochers battus, à basse mer. C.C. De décembre à avril ; récifs. Rockley Bay, Saint-Laurence, Prospect.
6. HYDROCOLEUM LYNGBYACEUM Kützing.
   VAR. RUPESTRE Kütz. Flaques abritées, à mi-marée. C. Décembre à mars. Hastings.
7. HYDROCOLEUM GLUTINOSUM Gomont. Rochers battus, à basse mer. R.R. Mars. Burrows.
8. HYDROCOLEUM CANTHARIDOSMUM Gomont. Dans les endroits vaseux, à mi-marée. C.C. Hastings, Bathsheba.
9. HORMOTRICHUM ENTEROMORPHOIDES Grunow. Flaques abritées peu profondes, à mi-marée. C.C. Janvier, février. Bath, Bathsheba.
10. CALOTHRIX ÆRUGINEA Thuret. Flaques abritées, à mi-marée. C.C. Janvier, février. Rockley Bay, Hastings.

CHLOROPHYCÉES

11. ULVA LACTUCA L. Flaques abritées, peu profondes. C. Janvier à février. Hastings.
12. ULVA FASCIATA Delile. Rochers ensablés, à basse mer. C.C. Janvier à mars. Hastings, Worthing.
13. ENTEROMORPHA PROLIFERA J. Agardh. Plages abritées, à mi-marée. C.C. Décembre à février. Hastings.
    f. TUBULOSA Reinbold. Lieux abrités, à mi-marée. C.C. Janvier à mars. Rockley Bay, Maxwell, Bathsheba, Hastings.
14. ENTEROMORPHA ERECTA J. Agardh. Attaché sur d'autres Algues. Janvier. Rockley Bay.
15. ENTEROMORPHA sp.? Dragué à Oistin Bay. Un seul exemplaire ayant le port de l'*E. torta*. N'est sans doute qu'une forme flottante du précédent.
16. CHÆTOMORPHA CLAVATA Kützing. Rochers ensablés, à basse mer. R. Fontabelle, Carlisle Bay, Valentia. Février, mars, avril.
17. CHÆTOMORPHA ANTENNINA Kützing. Rochers battus, à mi-marée et à basse mer. C.C. Décembre à mars. Hastings, Maxwell.
18. RHIZOCLONIUM CAPILLARE Kützing. Endroits abrités, à mi-marée. C.C. Janvier à mars. Hastings, Maxwell, Rockley Bay, Paynes Bay, Bathsheba.
19. RHIZOCLONIUM LINUM Thuret. Dragué. R. Avril. Freshwater Bay.

20. Cladophora prolifera Kützing. Rochers battus, à basse mer. R. Novembre. Bathsheba (A. Henderson).

21. Cladophora Hutchinsiæ Kützing. Rejeté à la côte, à basse mer. Janvier, février. Lord's Castle, Valentia. Quelques individus seulement, encore jeunes, dont la détermination est un peu incertaine.

22. Cladophora fascicularis Kützing. A mi-marée, partout sur la côte, de décembre en avril.

Se présente sous des formes extrêmement variées, et comme elles passent de l'une à l'autre, il n'y a pas lieu de les désigner par des noms.

23. Cladophora sericea Kützing. Baie abritée par des récifs, à basse mer. C.C. Décembre à mars. Rockley Bay.

24**. Cladophora crispula Vickers in herb. sp. nov.

Intense viridis, filis contortis aggeres spongiosos, in ramis funicularibus varie divisos, formantibus. Filis vix capillaribus ubique fere æquicrassis (45-50 μ) dense intricatis, ramosis. Ramis alternis vel oppositis, ultimis subsecundis, curvatis, articulis longis octies circiter diametro longioribus.

Pour le port cette Algue rappelle les *Rhizoclonium Antillarum* et *tortuosum* dont elle est d'ailleurs absolument distincte. Si c'est la forme roulée de quelque espèce buissonnante, je ne sais à quelle espèce elle se rapporte. Jusqu'à plus ample information, il me semble préférable de la tenir pour distincte. Cette espèce est rare et ne se trouve qu'à Kendal Point et pas toujours. En 1899 je n'ai trouvé que trois ou quatre exemplaires. Au mois de décembre 1902, dans une seule marée j'en ai fait une copieuse récolte. Étant allée à Kendal Point quelques temps après, j'ai vu avec étonnement que cette Algue si abondante alors avait totalement disparu.

25. Cladophora flexuosa Harvey. Baies abritées, à mi-marée. C. dans certaines localités, Maxwell, Kendal Point.

26. Siphonocladus membranaceus Bornet. Partout sur la plage, découvert à toutes les marées. C.C. Décembre à mai. Hastings, Bathsheba.

27. Siphonocladus tropicus J. Agardh. Rejeté sur la côte. C. Décembre à mars. Valentia, Bathsheba, Rockley Bay.

28. Struvea delicatula Kützing. Sur les parois des rochers, à basse mer. R.R. Janvier à avril, Rockley Bay, Conset.

29. Struvea delicatula Kützing, var. caracasana Grunow. Sur les parois des rochers, dans les coins abrités. R. Janvier, avril. Rockley Bay, Conset.

30. Anadyomene stellata Lamouroux. Anfractuosités des rochers, à très basse mer. R. Janvier, février, mars. Bath, Bathsheba.

31. Dictyosphaeria favulosa Decaisne. Rochers battus, à basse mer. C. Janvier à mars. Hastings, Conset Bay, Bathsheba.

32. Valonia ventricosa J. Agardh. Rejeté à la côte. C. Février. Bath.

33. Valonia verticillata Kützing. Baies abritées par des récifs, à basse mer. C. Janvier à mars. Saint-Laurence, Worthing, Maxwell.

34. Chamaedoris annulata Montagne. Flaques abritées, à basse mer; souvent rejeté à la côte. De janvier en avril. Bath, Bathsheba.

35. Codium difforme Kützing. Rochers battus, à basse mer. R. De janvier à avril. Rockley Bay (dragué), Cluff's Bay, Saint-Laurence Rocks.

36. Codium tomentosum Agardh. Rejeté par la mer. C.C. Rockley Bay, Maxwell.

37*. Codium repens Crouan, mscr. in herb.; C. tomentosum var. subsimplex Crouan in Schramm et Mazé, *Alg. guad.*, éd. imprimée, p. 47; Codium tomentosum var. reptans Crouan in Schramm et Mazé, *Alg. guad.*, éd.

autographiée p. 115; CODIUM TENUE, var. REPENS Crouan in Mazé et Schramm, *Alg. guad.*, éd. II, p. 107.

L'ouvrage de Schramm et Mazé étant peu répandu, je transcris la description donnée dans l'édition autographiée :

« Fronde rampante, de consistance spongieuse, tubuleuse, ramifiée; « rameaux simples, dichotomes, de couleur vert sombre, velouté « dans l'eau. La plante forme des lacis horizontaux, emmêlés, qui « adhèrent à la roche par des sortes de crampons radicaux qui se for- « ment au fur et à mesure de l'accroissement de la fronde. »

Contre les parois des roches, à basse mer. R. Février. Bath.

38**. CODIUM ISTHMOCLADUM Vickers in herb. sp. nov.

C. tomentoso simillimum. Ab eo differt ramis basi plerumque constrictis et cellulis periphericis majoribus 2 ad 300 crassis.

La même forme se trouve à la Guadeloupe (Herb. Crouan.).

Rejeté à la côte. R. Février. Bath.

39. AVRAINVILLEA NIGRICANS Decaisne. Anfractuosités des rochers à basse mer. C. Janvier, avril. Rockley Bay.

40. AVRAINVILLEA LONGICAULIS G. Murray et Boodle. Forme de vastes tapis qui se découvrent à marée basse. Janvier, avril. C.C. à Bath.

41. UDOTEA CONGLUTINATA Lamouroux. Flaques abritées, à très basse mer. Février, septembre. R. Bath.

42. HALIMEDA TUNA Lamouroux. Flaques profondes, contre les parois des rochers, à marée basse. C.C. Janvier à avril. Bath, Bathsheba.

43. HALIMEDA OPUNTIA Lamouroux. A mi-marée. Janvier à avril. Partout sur la côte.

44. HALIMEDA OPUNTIA, forma minor. Janvier. Bathsheba. Diffère de la forme ordinaire par la ténuité plus grande de ses articles.

45. CAULERPA FASTIGIATA Montagne. Sur les rochers ensablés, à marée haute et à mi-marée. R. Saint-Laurence.

46. CAULERPA PENNATA. Dans les endroits abrités, à basse mer, poussant avec d'autres Algues, entre autres le *Caulerpa fastigiata* et le *Bryopsis Leprieurii*. R.R. Janvier, février. Saint-Laurence, Conset, Bathsheba.

47. CAULERPA VERTICILLATA J. Ag. v. PUSILLA. Flaques abritées, à basse mer. Mars 1903, Conset. Rejeté à la côte. Février 1899. Bathsheba.

48. CAULERPA WEBBIANA Montagne f. TOMENTELLA Harvey. Flaques abritées à basse mer. C. Janvier à février. Bathsheba, Bath.

49. CAULERPA PINNATA Weber f. MEXICANA. Baies peu profondes, abritées par les récifs, à très basse mer. C.C. Décembre à avril. Worthing.

50. CAULERPA TAXIFOLIA Agardh. Dans les coins abrités, à basse mer. R. Janvier à mars. Rockley Bay, Saint-Laurence, Valentia, Conset Bay.

51. CAULERPA PLUMARIS Agardh. Flaques abritées, à basse mer. C.C. Décembre à mars. Hastings, Worthing.

52. CAULERPA CUPRESSOIDES Agardh, var. : LYCOPODIUM f. TYPICA Weber. Endroits abrités, à basse mer. C. Février, mars. Carlisle Bay (Port de Bridgetown.) Kendal Point.

f. ELEGANS Weber.

Endroits abrités à mi-marée. C.C. décembre à mai. Worthing, Rockley Bay.

53. CAULERPA RACEMOSA J. Agardh, var. CLAVIFERA J. Agardh. Contre les parois des rochers à basse mer. C.C. Décembre à avril. Hastings, Rockley Bay, Worthing, Cluffs' Bay.

f. UVIFERA Agardh.

Flaques abritées, et quelquefois rochers battus, à marée basse. C.C. Décembre à avril. Worthing, Rockley Bay, Bath, Bathsheba.

f. MICROPHYSA Weber.

Rochers battus. R.R. à marée basse. Rockley Bay.

Ces trois formes sont quelquefois difficiles à distinguer, car les échantillons passent d'une forme à l'autre d'une manière presque imperceptible.

54. Neomeris Kelleri Cramer. Rochers abrités, à mi-marée et à basse mer. C. Décembre à avril ; partout sur la côte.

55. Acetabularia polyphysoides Crouan. Flaques abritées, à basse marée. R.R. Février. Rockley Bay.

56. Acetabularia crenulata Lamouroux. Sur rochers, à marée très basse. R. Mars, octobre. Bath (Miss Henderson).

57. Acetabularia caraibica Kützing. Dragué à Carlisle Bay. R. Mars, avril 1903.

58. Bryopsis pennata Lamouroux. Rejeté à la côte, à marée basse. R. Fév., mars. Valentia.

59. Bryopsis Leprieurii Kützing. Anfractuosités des rochers, à marée basse, partout sur la côte. R. R. Janvier à avril.

60. Bryopsis Harveyana J. Agardh. Anfractuosités des rochers, à marée basse. R. Février, mars. Cluff's Bay.

61. Bryopsis hypnoides Lamouroux. Rejeté par la mer. R. R. Un seul échantillon. Le 1er avril 1903. Conset Bay.

PHÉOPHYCÉES

62. Sargassum platycarpum Montagne. Rochers battus, à basse mer, le plus souvent rejeté à la côte. C.C. Rockley Bay, Bath, Crane, Holetown. Janvier à mars.

63. Sargassum foliosissimum Lamouroux. Sargassum vulgare v. foliosissimum J. Ag. Rejeté à la côte. Rockley Bay, Saint-Laurence Rocks, poussant sur les rochers battus à basse mer. Holetown, Burrows, Bathsheba. C.C. Janvier à avril.

64. Zonaria variegata Mertens. Dragué à Carlisle Bay. C.C. Mars à mai.

65. Zonaria lobata J. Agardh. Rejeté à la côte. R. Bath. Février.

66. Padina variegata Vickers. *Zonaria variegata* Kützing. Rejeté à la côte. R. Kendal Point, Bath. Février, mars.

67. Padina gymnospora Vickers. *Zonaria gymnospora* Kützing. Flaques peu profondes, exposées au soleil, à mi-marée. C.C. Rockley Bay, Paynes Bay, Burrows. Janvier en avril.

68. Spathoglossum Areschougii J. Agardh. Rejeté à la côte à Bath ; poussant à basse mer, à Saint-Laurence Rocks. Dragué à Carlisle Bay. C. Février à avril.

69. Dictyopteris delicatula Lamouroux. Rejeté par la mer, en grande quantité, à Bath et à Valentia ; poussant à marée très basse à Saint-Laurence Rocks et sur presque toute la côte. C.C. De janv. à mai.

70. Dictyopteris plagiogramma Montagne. Rejeté à la côte. Valentia, Kendal Point. R.R.

71. Dictyopteris Justii Lamouroux. Rejeté à la côte. Valentia, Lord's Castle, Maxwell et Saint-Laurence Rocks. C. Janvier à avril.

72. Dictyota Bartayresiana Lamouroux. Partout sur la côte ; flaques abritées à marée basse et à mi-marée. C.C. Dragué à Carlisle Bay. Janvier à mai.

73. Dictyota Mertensii Martius. Rejeté à la côte. Bath, Maxwell, Worthing. Dragué à Rockley Bay. R. Déc., janvier.

74. Dictyota dentata Lamouroux. Endroits abrités, à basse mer. C.C. Partout sur la côte. Janvier à mai.

75. Dictyota crenulata J. Agardh. Rochers ensablés, à marée basse. Burrows. Rejeté à la côte, Maxwell, Rockley Bay. C.C. De janv. à mai.

76. Dictyota ligulata Kützing. Rejeté à la côte. Fontabelle. R.R. Janvier.

77. Dictyota ciliata J. Agardh. Rochers ensablés, à basse mer. C.C. Maxwell, Freshwater Bay, Carlisle Bay, Burrows. Janvier à avril.

78. Dictyota indica Sonder. Trouvé flottant quelquefois, surtout dragué à Rockley Bay, à Oistin Bay, où il pousse à l'abri des récifs. R. De janv. à mai.

79. Dilophus guineensis J. Agardh. Rejeté par la mer. Freshwater Bay, Maxwell, Bath, Bathsheba. Dragué à Rockley Bay. R. Janvier à avril.

81. Dilophus alternans J. Agardh. Flaques abritées. Rockley Bay; rejeté par la mer à Bath, Bathsheba; dragué à Rockley Bay. C. Janvier à avril.

82. Straria attenuata Agardh. *Encoelium ramosissimum* Kützing. Rejeté par la mer à Fontabelle; dragué à Oistin Bay. R.R. Janvier à avril.

83. Striaria intricata Liebman. *Encoelium intricatum* Kützing. Dragué à Carlisle Bay. C.C. Mars, avril.

84. Colpomenia sinuosa Derbès et Solier. Rejeté à la côte, Maxwell, Kendal Point. C. Janvier à mai.

85. Hydroclathus cancellatus Bory. Rochers battus, à basse mer. Reid's Bay. Récifs de Saint-Laurence, Bathsheba. C.C. Janvier, février, mars.

86. Sphacelaria furcigera Kützing. Sur coquilles et sur *Sargassum* . R.R. Kendal Point, Rockley Bay, Bathsheba. Janvier à mars.

87. Sphacelaria tribuloides Meneghini. Sur des rochers, à mi-marée. Holetown, Reid's Bay. C. Janv. à avril.

88. Pylaiella Hooperi Bornet. Forme un tapis sur certains rochers ensablés, à mi-marée. C. Rockley Bay, Prospect. Janvier à avril.

89. Ectocarpus Duchassaingianus Grunow. Pousse en petites touffes sur de grands rochers plats, à mi-marée. C.C. Rockley Bay, Bathsheba. Janvier à avril.

90. Ectocarpus Guadelupensis Crouan. Rejeté à la côte. C. Janvier à mars. Rockley Bay, Maxwell.

91. Ectocarpus hamatus Crouan. Pousse en touffes sur de grands rochers plats, à mi-marée. C.C. Rockley Bay, Prospect, Bathsheba. Janvier à avril.

92. Ectocarpus variabilis Vickers, in herb. sp. nov.

Fronde repente, filamentis erectis vix 2 mill. altis, 9-12 μ latis, ramis subsimplicibus vel semi-flabellatis, patentibus. Sporangiis unilocularibus sessilibus; sporangiis plurilocularibus lanceolato-oblongis obtusis, numerosis, sessilibus aut pedicellatis, infra medium frondis collocatis 45-75 μ longis, 21-30 μ latis; articulis diametro triplo longioribus.

Sur *Gelidium spathulatum*, *Galaxaura cylindrica* et sur *Gracilaria*. Bathsheba.

93. Ectocarpus Rallsiae Vickers, in herb. sp. nov.

Filis erectis, parce ramosis vix 1/2 cent. altis, filis primariis 21-27 μ latis, articulis diametro aequalibus vel duplo-triplo longioribus. Sporangiis fusiformibus sursum attenuatis pedicellatis aut sessilibus, usque ad 135 μ longis, 45 μ latis. 28 janvier 1903 sur *Galaxaura cylindrica*. R.R.

94. Ectocarpus moniliformis Vickers, in herb. sp. nov.

Fronde repente, substratum investiente, filis erectis vix 6 mill. altis 12-15 μ latis subsimplicibus; articulis diametro aequalibus vel paulo longioribus; sporangiis ovatis, sessilibus, 30-36 μ longis, 18-21 μ latis.

Sur *Dictyopteris plagiogramma*. Valentia, 28 février 1903.

95. ECTOCARPUS ACANTHOIDES Kützing. Dragué à Carlisle Bay. Mars, avril.

FLORIDÉES

96. GONIOTRICHUM ELEGANS Zanardini. Sur *Spermothamnion* R. 4 avril 1903.

97*. ACROCHÆTIUM SAGRÆANUM Bornet. *Cladophora Sagræana* Montagne. Sur les vieilles feuilles de Zostère. Valentia. Avril.

98**. ACROCHAETIUM FLEXUOSUM Vickers in herb.

Fronde nana in cæspites globosos sparsos ad genicula *Chætomorphæ antenninæ* insidentes collecta, e filis decumbentibus implexo-intricatis et filis fructiferis erectis composita. Filis erectis flexuosis 10 μ latis, a medio ramosis subfastigiatis, ramis superioribus sensim brevioribus seriatis et secundatis erecto-patentibus. Articulis diametro 2-3-plo longioribus. Monosporis in ramulis secundatis. R. South Point. Sur *Chaetomorpha*. Février.

Voisin de l'*Acrochætium secundatum* pour l'épaisseur des filaments, la brièveté relative des articles et la disposition des monospores; s'en éloigne par la nature de son thalle horizontal.

99**. CHANTRANSIA BARBADENSIS Vickers in herb. Affinis *Ch. corymbiferæ* Thuret. Ab ea differt thallo endophytico minus evoluto, filis crassioribus (12-14 μ latis) et articulis brevioribus (36 μ circiter longis). Les échantillons, mal conservés, ne se prêtent pas bien à l'étude.

Sur le *Liagora elongata* rejeté par la mer, à Maxwell. R., décembre 1893.

100. TRICHOGLOEA LUBRICA J. Ag. Sur les récifs, à très basse mer. R. Février, mars. Saint-Laurence et Rockley Bay.

101**. NEMALION BARBADENSE Vickers in herb.

Fronde cylindrica carnoso-spongiosa a basi pinnatim ramosa, ramis 2 cent. longis, 2-4 mill. latis, obtusis, nodulis calcareis ad peripheriam strati medullaris farcta; axis filis elongatis articulatis dichotomis intricatis in stratum periphericum arcuatim abeuntibus; filis periphericis dichotomis fastigiatis confertis tenuioribus : monosporis inter fila peripherica sparsis, oblongis, 20-24 μ longis, 10-12 μ latis.

Je rapporte cette Algue, dont je n'ai trouvé qu'un seul échantillon, au genre *Nemalion*. Elle se distingue de toutes les Nemaliées par la présence de monospores semblables à celles des *Acrochætium*. Lorsque les anthéridies et les cystocarpes seront connus, peut-être y aura-t-il lieu d'en faire le type d'un genre nouveau.

Sur les rochers à Rockley Bay, 3 mars 1899.

102. LIAGORA ELONGATA Zanardini. *Liagora Cheyneana*. J. Ag. Rejeté à la côte, en grande quantité. Décembre 1898. Rockley Bay.

103. LIAGORA VALIDA Harvey. Sur les récifs, à très basse mer; sur presque toutes les côtes. C.C. Janvier à avril.

104. LIAGORA LEPROSA J. Agardh. Sur les rochers, à mer très basse. Prospect, Burrows. R.R., février.

105. LIAGORA PULVERULENTA Agardh. Sur les rochers, à marée basse. C.C. Holetown, Fontabelle, Worthing, Bathsheba. Janvier à avril.

106. LIAGORA PANICULATA J. Agardh. Sur les rochers à basse mer. C.C. Burrows, Prospect. Quelques échantillons rejetés à la côte à Rockley Bay et Maxwell. Janvier, février.

107. GALAXAURA CYLINDRICA Lamouroux. Sur les rochers, à très basse mer. Bathsheba. Un échantillon rejeté à la côte au Crane. Janvier.

108. GALAXAURA OBTUSATA Lamouroux. Sur les parois des rochers, dans les flaques profondes. Conset Bay, Bathsheba. C. Janvier, février, mars.

109. Galaxaura fragilis Kützing. Rejeté par la mer. Rockley Bay, Maxwell, Valentia, Worthing, de janvier à mars. C.C.

110. Galaxaura rugosa Lamouroux. Sur les rochers, à basse mer. C.C. Sur toute la côte, depuis Hastings Rocks jusqu'à Kendal Point. De décembre à mars.

111. Galaxaura lapidescens Lamouroux. Sur les rochers, à basse mer. Hastings Rocks, Rockley Bay, Kendal Point. C. De janvier à mars.

112. Galaxaura subverticillata Kjellman. Sur un rocher, à très basse mer. Un exemplaire unique trouvé à Kendal Point. Mars.

113. Galaxaura marginata Lamouroux. *Brachycladia* Schmitz. Sur les rochers, à très basse mer. Cluff's Bay, Worthing, Rockley Bay, Bath, Bathsheba. Dragué à Carlisle Bay. C. Décembre à mai.

114. Galaxaura apiculata Kjellman. A basse mer. Maxwell, Half Moon Fort (Miss Henderson). R. Décembre, février, avril.

115. Galaxaura veprecula Kjellman. A basse mer. Bath. Février. Mélangé au *G. marginata*.

116. Wrangelia argus Montagne (*1860*). *Wrangelia plebeia J. Ag.* (*1863*). A mi-marée dans les endroits balayés par la mer. Prospect, Burrows, Hastings Rocks. Janvier à mars. C.C.

117. Gelidium crinale Lamouroux. Sur rochers ensablés, à mi-marée. Kendal Point. C.C. à cet endroit seulement. Mars 1903.

118. Gelidium spathulatum Kützing. Sur les rochers ensablés. Janvier, mars. Conset Bay, Bathsheba.

119. Gelidium repens Kützing. Enfoncements des rochers, à marée très basse. R.R. 26 janvier 1903. Bathsheba.

120. Gelidium pectinatum Montagne. Rochers battus, à mer basse. R.R. trouvé seulement quelques exemplaires le 30 janvier 1903 à Bathsheba.

121*. Phyllophora gelidioides Crouan. Dans les endroits abrités, à très basse mer. R.R. 14 et 20 mars 1899. Reid's Bay et Burrows.

122*. Meredithia microphylla J. Agardh. Dragué à Carlisle Bay le 9 avril 1903.

123. Agardhiella tenera Schmitz. Rejeté par la mer, en grosses touffes. C.C. Fontabelle. Février, mars 1899. Exemplaires stériles.

124. Meristotheca Duchassaingii J. Agardh. Rejeté par la mer, à Lord's Castle et à Rockley Bay. R.R. Deux exemplaires seulement. Février.

125. Eucheuma Gelidium J. Agardh. Sur les récifs de Bath. C.C. Rejeté par la mer à Worthing, Rockley Bay, Kendal Point, Valentia. Décembre à février.

126. Gelidiopsis gracilis Vickers in herb. (*Gelidium gracile Grunow*). Sur les rochers battus, à basse mer. Hastings Rocks.

127. Gelidiopsis intricata Vickers in herb. (*Gelidium intricatum* J. Agardh). Rochers battus, à basse mer. Rockley Bay, Cluff's Bay, South Point, Batsheba. Janvier, mars.

128. Gelidiopsis rigida Weber v. Bosse (*Gelidium rigidum* Greville). Sur les rochers, à marée basse. C.C. De janvier à mars à Rockley Bay. Cette plante est couverte assez souvent de petites boules qui ressemblent à des galles.

Les *Gelidiopsis* n'ont pas de fibres descendantes entre les cellules du thalle.

129. Gracilaria confervoides Greville. Poussant sur un fond vaseux. C. Janvier à mars. Fontabelle. Carlisle Bay.

130. Gracilaria confervoides Greville var. capillaris Kützing. Fonds vaseux, à basse mer. Fontabelle, Worthing, Hastings.

131. Gracilaria caudata J. Agardh. Fonds légèrement vaseux, à basse mer; Janvier à avril. Burows, Fontabelle, Carlisle Bay, Rockley Bay, Saint-Laurence, Maxwell. C.C.

132. Gacilaria cornea J. Agardh. Rochers battus, à basse mer. Rockley Bay, Bath, Bathsheba. C.

133. Gracilaria Poitei Lamouroux. Rejeté à la côté à Saint-Laurence; dragué à Rockley Bay; cueilli à Maxwell. Janvier à mars. C.C.

134. Gracilaria Wrightii J. Agardh. Rochers battus, à basse mer. Rockley Bay.

135. Gracilaria multipartita J. Agardh. Fonds vaseux, à basse mer. Fontabelle, Rockley Bay, Hastings Rocks, Maxwell. C. C. Janvier à mars.

136. Gracilaria multipartita J. Agardh, fronde latiori. A marée très basse. Conset Bay. C.C.

137. Gracilaria dentata J. Agardh. Fonds de sable un peu vaseux. Fontabelle, Rockley Bay, Maxwell. Janvier à mars. C.C.

138. Gracilaria cervicornis J. Agardh. Fonds vaseux, à très basse mer. Fontabelle, Maxwell, Conset Bay, Bath. C.C. De janvier à mars.

139. Hypnea musciformis Lamouroux. Partout sur la côte, à mi-marée et à basse mer. Décembre à mars.

140. Chrysymenia uvaria J. Agardh. Flaques profondes et abritées, à très basse mer. Bath, Bathsheba. C.C. De janvier à mars.

141. Champia parvula Harvey. Récifs de Bath. Février. R.R.

142. Champia salicornioides Harvey. Rejeté par la mer, à Valentia. R.R. Un seul exemplaire.

143. Nitophyllum (Leptostroma) Lenormandi. Sur *Halimeda Tuna*, à mer très basse. Janvier, Bathsheba. Échantillons peu développés. R.R.

144. Caloglossa Leprieurii Harvey. Dragué à Carlisle Bay. R.R. Mars 1903.

145. Tenioma perpusillum J. Agardh. Rochers battus, à marée très basse. Prospect. 12 janvier 1903. R.R.

146. Asparagopsis Delilei Montagne. Sur les récifs de Bath. Presque toujours rejeté par la mer. De janvier à avril. Reçu de miss Henderson de beaux échantillons à cystocarpes, trouvés au mois de juillet.

147. Laurencia scoparia J. Agardh. Rochers battus, à très basse mer. South Point et Bathsheba. Février. C.

148. Laurencia divaricata J. Agardh. A marée basse. Port de Bridgetown (Carlisle Bay). R. R. Un seul exemplaire. Mars.

149. Laurencia cervicornis Harvey. Flaque profonde, abritée par les grands rochers à Bathsheba. Rejeté à la côte : Lord's Castle, Bath. C. Janvier à mars.

150. Acanthophora Thierii Lamouroux. Rochers battus, à mi-marée et à basse mer. C.C. sur toute la côte. Décembre à mars.

151. Acanthophora muscoides Bory. Rejeté par la mer. South Point, Lord's Castle, Valentia, Bathsheba. C. Décembre à mars.

152. Chondria pumila Vickers, in herb., sp. nov.

Thallo cæspitoso repente et stolonifero rhizinis affixo intricato ; ramis setaceis erectis (3 cent. altis) inferne ramulis truncatis paucis distantibus ornatis, cæterum nudis, ad apicem iterum ramulosis, ramulis brevibus alternis approximatis sporangia foventibus. Antheridia et cystocarpia non vidi.

Par sa manière de végéter, cette espèce se rapproche du *Ch. cœrulescens* ; mais elle s'en éloigne par ses dimensions beaucoup moindres.

Rockley Bay, 12 janvier 1899.

153**. Chondria Baileyana Montagne. Rejeté par la mer. Fontabelle, 3 mars 1899. R.R.

154. Chondria dasyphylla Agardh. Rejeté par la mer. Crane, 21 janvier 1899. R.R.

155. Chondria sedifolia Harvey. Un seul échantillon rejeté par la mer. Conset. Février.

156. Chondria atropurpurea Harvey. Rejeté par la mer. Maxwell, Valentia, Crane, Lord's Castle. C. Janvier, février.

157*. Falkenbergia Hillebrandii Falkenberg. Rejeté par la mer. Conset Bay, R.R.

158. Polysiphonia subtilissima Montagne. Creux de rochers, à marée très basse. Rockley Bay. R.R. Janvier 1903.

159. Polysiphonia havanensis Montagne. Sur feuilles de Zostères, à mer basse. Kendal Point, mars 1903.

160. Polysiphonia macrocarpa Harvey. Flaques abritées à mi-marée. C. Lord's Castle, 3 février 1903.

161. Polysiphonia sp. Se rapproche beaucoup du *P. insidiosa* Crouan (Alg. mar. du Finistère, nº 293). Se distingue des espèces précédentes par ses filaments plus gros s'atténuant de la base au sommet. Décembre, janvier. Maxwell, Worthing, Rockley Bay.

162. Polysiphonia pulvinata Agardh. Sur un grand rocher, à haute mer. Conset Bay. R. Janvier 1903.

163. Polysiphonia ferulacea J. Agardh. Rochers battus, à basse mer. C. Rockley Bay, Saint-Laurence. Février, mars.

164. Polysiphonia variegata Zanardini. Rejeté par la mer. C.C. Maxwell, Valentia. Février.

165. Polysiphonia cuspidata J. Agardh. Rochers battus, à très basse mer. R. Bath. Janvier à mars.

166. Digenea simplex Agardh. Sur les cailloux, à mi-marée. C. Hastings, Récifs Saint-Laurence, Bathsheba. Janvier à avril.

167. Lophocladia trichoclados Schmitz. Dragué à Carlisle Bay. Mars, avril. R.

168. Bryothamnion triangulare Kützing. Rejeté par la mer. C.C. Bath, Bathsheba, Conset Bay. Janvier, février, mars,

169. Bryothamnion Seaforthii Kützing. Rochers battus, à basse mer. Maxwell, Bath. C.C. Décembre à mars.

170. Dipterosiphonia dendritica Falkenberg. Rochers battus, à très basse mer, sur *Corallina subulata*. R.R. Bathsheba. 28 janvier 1903.

171. Herposiphonia tenella Naegeli. Flaques abritées, à basse mer. Porters. R. Dragué à Carlisle Bay. Février, mars, avril.

172. Herposiphonia prorepens Schmitz. Sur *Codium*, à basse mer. Bathsheba. R. Janvier, mars.

173. Murrayella periclados Schmitz. Rochers ensablés, à mer presque haute. C. Saint-Laurence, Bathsheba. Décembre à avril. Les exemplaires de mars étaient fructifiés.

174. Heterodasya Wurdemanni Falkenberg. Creux de rochers, à mer très basse. Rockley Bay, Lord's Castle, Bathsheba. R. Décembre à mars.

175. Dasya Arbuscula Agardh. Dragué à Carlisle Bay, 6 avril 1903. R.R.

176. Halodictyon mirabile Zanardini. Rochers battus, à mer très basse. R.R. Bathsheba.

177. Dictyurus occidentalis J. Agardh. Rochers battus, à mer très basse. C. Bathsheba.

178**. Thuretia Bornetii Vickers in herb. sp. nov.

Fronde tereti subdichotoma ramis arcuatim divergentibus dorso ramulos plures cylindraceos unifariam emittentibus. Reticulo enervio; areolis interioribus majoribus subregulariter pentagonis, exterioribus lineari-elongatis angustioribus. Articulis reticuli exterioris diametro subbrevioribus. Stichidia ut in *Thuretia tereti*.

Cette Algue est voisine du *Th. teres* Harvey. Elle en diffère par sa fronde plus étroite, plus compacte, lisse, par sa ramification unilatérale et par la brièveté des articles qui constituent les branches du réseau extérieur du thalle.

La présence aux Antilles d'une espèce de *Dictyurus*, très voisine du *Dictyurus purpurascens* qui est propre aux mers de l'Inde, est un fait curieux. C'en est un autre non moins intéressant que l'existence à la Barbade d'une nouvelle espèce de *Thuretia*, appartenant, comme le *Dictyurus*, aux Rhodomélées à fronde réticulée, et dont les deux espèces anciennement connues sont de provenance australienne. On en peut conclure que les deux régions, séparées aujourd'hui par l'isthme de Panama, communiquaient librement aux périodes antérieures.

Contre les parois des rochers, abrité sous les longues franges du *Sargassum foliosissimum*. A mer très basse. Bathsheba. Janvier, février, mars. C.

179. Spermothamnion gorgoneum Bornet. Sur *Codium*, à marée très basse. C. Rockley Bay, Maxwell, Bathsheba, Cluff's Bay. Janvier à avril.

180*. Spermothamnion investiens Crouan, Vickers in herb. *Callithamnion investiens* Crouan in Schramm et Mazé. *Alg. Guad.* éd. 1, p. 7.

Thallo cæspitoso villo denso lanuginoso *Galaxauram lapidescentem* investiente, epiphytico. Filo primario repente, rhizinis apice scutellatim dilatatis affixo; filis secundariis erectis 2 mill. longis, 15 μ latis, infra medium ramo uno alterove instructis. Articulis 60-100 μ longis. Ramulis fructiferis deorsum seriatis, oppositis vel secundis, simplicibus vel ramosis. Tetrasporangiis subglobosis, 45 μ circiter latis, triangule divisis.

Hab. ad *Galaxauram rugosam*. J'ai vu dans l'herbier Thuret des exemplaires et un dessin provenant de l'herbier de Crouan.

181. Spermothamnion. Exemplaires stériles différents des précédents.

182. Griffithsia thyrsigera Harvey. Rejeté à la côte. Maxwell, Valentia. Décembre, janvier, avril. R.

183. Griffithsia globifera J. Ag. Rejeté par la mer. Valentia. C. à cet endroit ; rare partout ailleurs. Février à avril.

184. Griffithsia opuntioides J. Ag. Creux des rochers, à marée basse. Rockley Bay, Valentia, Bathsheba. C. Février, mars.

185**. Griffithsia secundiramea Vickers in herb., sp. nov.

Fronde parva (2 cent. alta), cæspitosa, laxa, vix setacea a basi unilateraliter ramosa, ramis divergentibus fastigiato-flabellatis interiore latere unifariam ramulosis, incurvis. Cystocarpia (favellae) ramulo insidentia, subterminalia ramellis abbreviatis incurvis involucrata.

Cette petite plante a l'aspect d'un *Bornetia*, mais elle n'en a pas le fruit.

186**. Monospora herpestica Vickers in herb., sp. nov.

Fronde parva repente, rhizoideis apice scutellatim dilatatis affixa, irregulariter ramosa, ramis decumbentibus superiore latere unilateraliter ramulosa, ramis dichotomo-flabellatis. Propagula oblonga ad furcas ramulorum sessilia solitaria.

Sur rochers couverts de sable, à marée très basse, C.C. Janvier à avril. Bathsheba.

187**. Rhodochorton Galaxaurae Vickers in herb., sp. nov.

Thallo cæspitoso velutino nano hemiendophytico. Filis inferioribus irregulariter intricato-ramosis, intra thallum *Galaxaurae* excurrentibus, fila erecta superficialia semi millimetrum alta, 18 μ crassa, emittentibus. Articulis 30-60 μ, longis. Tetrasporangiis terminalibus, rarius lateralibus, sub-globosis, cruciatim divisis.

Hab. ad *Galaxauram rugosam*. Hastings, 19 février 1903. Remarquable par son thalle inférieur très développé composé de filaments qui se ramifient abondamment dans la fronde du *Galaxaura*.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

5974-99 — Corbeil. Imprimerie Ed. Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — N° 2

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

—

1905

Paris, 30 fr. — Départements et Étranger, 32 fr.
Ce cahier a été publié en mai 1905.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. EDMOND PERRIER.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M.-A. MILNE-EDWARDS.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume . . . . 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles.*

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SEPTIÈME SÉRIE (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

188. Callithamnion byssoideum Arnott. Rejeté par la mer. C.C. Bath, Maxwell, Bathsheba.

189. Callithamnion spongiosum Harvey. Rejeté par la mer. Lord's Castle, 3 février 1903.

190. Callithamnion ? sp. nov. ?

A des anthéridies cylindriques, comme les *Pleonosporium*, mais le sporanges ne renferment que quatre spores en tétraèdres. Je n'ai pas vu de cystocarpes.

Il n'y a pas moyen de le mettre dans le genre *Pleonosporium* sans aller contre la définition de ce genre; n'ayant pas vu les cystocarpes, il est préférable de les laisser provisoirement parmi les *Callithamnion*.

191. Callithamnion? sp. nov. Je crois devoir ranger avec doute, dans le genre *Callithamnion*, à cause de son mode de ramification et de ses tétraspores à division triangulaire qui rappellent le *C. byssoideum*, un petit échantillon dont les filaments décombants sont fixés par des rhizoïdes filiformes comme ceux des *Antithamnion*. Il est surtout remarquable par ses ramules à sommet aigu dont les articles portent deux courtes cellules qui ne paraissent pas s'allonger en ramules. Par ce caractère il se rapproche encore du genre *Antithamnion*. 26 février 1899. Bathsheba.

192. Haloplegma Duperreyi Montagne. Flaques profondes, à très basse mer. Bath, Bathsheba. C.C. Janvier à avril.

193. Crouania attenuata J. Ag. Rochers couverts de sable, à marée basse. Prospect, récifs Saint-Laurence; rejeté par la mer à Bath. R.R.

194. Halodictyon mirabile Zanardini. Dans les flaques profondes, à très basse mer. Bathsheba. R.R. Janvier.

195. Antithamnion cruciatum Naegeli. Plante très jeune dont la détermination spécifique reste incertaine. Décembre, pointe de Saint-Laurence sur des rochers légèrement couverts de sable.

196*. Antithamnion Butleriae Collins. Sur des rochers couverts de sable. Bathsheba, le 25 avril 1899.

197. Spyridia filamentosa Harvey. Dragué à Carlisle Bay. Avril 1903, R.

198. Spyridia clavata Kützing. Partout sur la côte, à marée basse. C.C. Décembre à avril.

199. Ceramium tenuissimum J. Ag. Rejeté par la mer. Rockley Bay, Maxwell, Valentia. C.C. Décembre, janvier, mars.

200*. Ceramium tenuissimum J. Ag. var. pygmaeum, sur *Gracilaria*. R. Bathsheba. Janvier 1903.

201. Ceramium sp.? Se distingue du *C. tenuissimum* par ses articles uniformément courts, ses nœuds plus développés, ses tétraspores et ses anthéridies formant un verticille presque complet. Janvier, mars. Maxwell, Valentia.

202. Ceramium corniculatum Montagne. Récifs de Bath, à très basse mer, 10 février 1899.

203. Ceramium strictoides Crouan. Rochers battus, à basse mer. Rockley Bay. C.C. en mars 1899.

204. Centroceras clavulatum J. Ag. Partout sur la côte, à marée basse. C.C. Janvier à avril.

205*. Ceramothamnion Codii Richards. Sur *Codium*. Rockley Bay. 23 février 1903. R.R.

206. Halymenia decipiens J. Ag. Un seul exemplaire rejeté par la mer à Bath. R.R. 10 février 1903.

207. Cryptonemia luxurians J. Ag. A l'abri des grands rochers. Bathsheba. Rejeté par la mer. Lord's Castle. Février, mars 1899. R.R.

208*. CRYPTONEMIA CRENULATA J. Ag. Dans une flaque profonde, à Bathsheba, à très basse mer. Janvier 1903.

209. GRATELOUPIA FILICINA Ag. Sur les rochers à marée très basse. Fontabelle, Bridgetown (Carlisle Bay), Bathsheba. Rejeté par la mer. Lord's Castle. Janvier à mars. C.C.

210*. PRIONITIS sp. Rochers battus, à mer basse. Cluff's Bay, Bathsheba. Janvier, février 1903. R.R.

211. OCHTODES FILIFORMIS J. Ag. Rochers battus, à mer très basse. Rockley Bay, Maxwell, Récifs Saint-Laurence. Janvier à mars. C. en 1899. R.R. en 1903.

212. MELOBESIA FARINOSA Lamouroux. Sur les feuilles des Sargasses. Mars. C.

213. AMPHIROA NODULOSA Kützing. Dragué à Rockley Bay. Février. R.

214. AMPHIROA FRAGILISSIMA Lamouroux. Dragué à Rockley Bay. Février. R.

215. AMPHIROA RIGIDA Lamouroux. A très basse mer, parmi les Zostères à Worthing. C. 1903.

Les espèces énumérées dans la liste précédente seront figurées dans une Iconographie des Algues de la Barbade dont une partie des planches est déjà prête.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES

DIPTÉROCÉCIDIES DES GENÉVRIERS

Par M. C. HOUARD.

Les Zoocécidies qui affectent la forme de gros bourgeons ou de petits artichauts sont parmi les plus intéressantes. Elles prennent naissance à l'extrémité des jeunes pousses sous l'action de parasites animaux (le plus souvent des larves de diptères ou des acariens) situés aux environs du bourgeon terminal ou à l'aisselle des feuilles supérieures. Ces parasites agissent fortement sur les entre-nœuds, en arrêtent l'élongation, et y déterminent l'accroissement du diamètre transversal. Les feuilles terminales des pousses subissent de même un arrêt dans leur développement en longueur ; tout en restant courtes, elles s'épaississent, s'élargissent et se recouvrent les unes les autres.

Dans un précédent travail, paru à la fin de l'année dernière dans ce périodique (1), j'ai étudié le développement de plusieurs acrocécidies appartenant à cette catégorie (chapitre II) et montré comment se comportent les tissus des tiges et des feuilles parasitées.

Des cécidies de forme semblable existent en assez grand

(1) C. Houard, *Recherches anatomiques sur les Galles de Tiges : Acrocécidies* (Ann. Sc. nat., Paris, Bot., (8) t. XX, p. 289-384, 189 figures).

nombre sur les Genévriers européens ou exotiques : elles sont toutes l'œuvre de larves de diptères. Les entre-nœuds supérieurs, raccourcis et épaissis, des pousses et les feuilles terminales prennent part à leur constitution, comme le prouve un simple examen de morphologie externe. Le nombre des verticilles attaqués étant variable (depuis un jusqu'à six ou huit), entraîne pour les cécidies des Genévriers des formes qui offrent toutes les transitions entre celle d'un gros bourgeon et celle d'un fuseau ou d'un calice. De plus, la disposition de leurs feuilles en verticilles leur donne un aspect bien spécial.

C'est pourquoi j'ai pensé qu'il était intéressant d'étudier les galles des Genévriers, d'examiner surtout la structure histologique de leurs feuilles hypertrophiées ou de leurs entre-nœuds raccourcis et de préciser par l'anatomie les caractères de cécidies terminales qu'elles possèdent.

On connaît des cécidies sur un grand nombre de Genévriers : *Juniperus communis* d'Europe et sa variété naine, *Juniperus Oxycedrus* du bassin de la Méditerranée, *Juniperus Sabina* des régions subalpines de l'Europe, *Juniperus excelsa* d'Asie et aussi *Juniperus californica* d'Amérique. Je n'ai pu étudier que des cécidies européennes et méditerranéennes, récoltées par moi au cours de mes voyages en France, en Algérie ou dans les Alpes, sur le Genévrier commun (cécidie en calice et cécidie due à l'*Oligotrophus Panteli*), sur sa variété alpine (cécidie en calice) et sur le Genévrier Oxycèdre ; de très jolis exemplaires de galles de Genévrier Sabine (produites par l'*Oligotrophus Sabinæ* et par un *Oligotrophus* indéterminé) m'ont été confiés, pour en faire l'étude anatomique, par M. le professeur Thomas, d'Ohrdruf. J'adresse mes plus sincères remerciements à ce savant cécidologue ainsi qu'à l'Association française pour l'avancement des sciences dont l'appui m'a grandement facilité la récolte des matériaux.

Dans ce travail, je laisse de côté toute la bibliographie relative aux cécidozoaires ou à la description de la forme des galles pour retenir seulement les renseignements histologiques contenus dans un mémoire que j'ai publié il y a six ans sur deux galles

de Genévriers (1). La première d'entre elles est engendrée par l'*Oligotrophus juniperinus* L., à l'extrémité des jeunes rameaux de la variété alpine du *Juniperus communis* (p. 298-304, fig. 1-4, pl. XX). L'accroissement en épaisseur des entre-nœuds parasités de la pousse tient à l'hypertrophie des canaux sécréteurs et surtout du parenchyme cortical, qui se montre constitué par de grandes cellules à contour irrégulier. L'hypertrophie des feuilles est nettement caractérisée par l'augmentation en diamètre du canal sécréteur dorsal, par le grand développement des ailes vasculaires de tissu aréolé, par la multiplication des éléments du parenchyme et du tissu palissadique et aussi par la largeur plus grande du faisceau libéro-ligneux. En somme, l'aiguille anormale présente à cet état un stade végétatif pendant lequel les éléments conducteurs atteignent leurs dimensions maxima.

J'ai étudié, en outre, dans le même mémoire (p. 304-309, fig. 4-6), l'anatomie d'une autre petite cécidie charnue, fort commune sur le *Juniperus Oxycedrus* du midi de la France. Les aiguilles du second verticille de cette galle sont épaissies, très élargies et soudées à la base. Leurs dimensions anormales tiennent surtout au grand développement du cylindre central, en particulier des ailes vasculaires de tissu aréolé, et à la multiplication des éléments parenchymateux de l'écorce ; cette multiplication entraîne une augmentation dans le nombre des stomates. De plus, un caractère histologique bien spécial de l'aiguille anormale du verticille externe consiste en l'apparition d'abondantes fibres corticales qui indiquent un stade scléreux très net.

L'étude anatomique de ces deux galles, jointe au présent mémoire, constitue un travail d'ensemble à peu près complet sur les diptérocécidies des Genévriers européens.

Je terminerai ces préliminaires en rappelant que, incidemment, Lagerheim (2), dans son travail sur la cécidie des fruits

(1) C. Houard, *Étude anatomique de deux galles du Genévrier* (Trav. station zool. Wimereux, t. VII, 1899, p. 298-310, 7 fig., pl. XX).

(2) G. von Lagerheim, *Beiträge zur Kenntniss der Zoocecidien des Wachholders* [Juniperus communis L.] (Entomol. Tidskr., Stockholm, t. XX, p. 113-126, 4 fig., pl. V).

du *Juniperus communis* due à l'*Eriophyes quadrisetus* Thomas, donne quelques détails histologiques concernant les feuilles hypertrophiées du verticille externe de la galle en calice dont nous parlerons plus loin. Le même auteur montre en outre qu'au printemps cette diptérocécidie peut être déformée par un Ériophyide vivant entre les aiguilles : elle reste alors courte et ses trois feuilles externes, très larges à la base, se renflent dans leur région moyenne pour s'appliquer étroitement les unes contre les autres. La modification anatomique qui en résulte est considérable, car les éléments scléreux du mésophylle disparaissent, l'hypoderme devient moins épais et le canal sécréteur se déforme.

Juniperus communis L.

Cécidie produite par un *Cécidomyide.*

Cette cécidie comprend deux verticilles de feuilles déformées. Les trois aiguilles externes, peu aiguës (E, fig. 1), sont plus courtes que les feuilles normales car elles atteignent à peine 10 millimètres de longueur ; étroites à la base, élargies au milieu, elles se terminent par une pointe recourbée en dehors, ce qui donne à la cécidie l'aspect d'un calice évasé (E).

En dedans de ces aiguilles serrées les unes contre les autres se trouvent celles du verticille interne (I, en L, fig. 2) : elles sont courtes, atrophiées et ne mesurent guère que 5 ou 6 millimètres de longueur; elles délimitent entre elles une cavité occupée par la larve du Cécidomyide.

Cette cécidie est peu commune sur le Genévrier commun ; j'en ai récolté quelques exemplaires dans la forêt de Fontainebleau et à Druyes (Yonne).

Structure d'une feuille normale. — La section transversale de l'aiguille saine a une largeur de 1,7 millimètre et une épaisseur d'un demi-millimètre (N, fig. 3).

Les épidermes (*eps*, *epi*, en N, fig. 3) ont des parois épaisses et cutinisées. L'hypoderme *hyp* est continu et fortement lignifié à

la face inférieure de la feuille ; sur l'autre face, il est interrompu par les rangées de stomates. Le tissu palissadique *pa* est particulièrement développé et serré à la face inférieure du limbe où il enveloppe un canal sécréteur circulaire *cs* dont le diamètre varie de 90 à 100 μ en moyenne.

Les cellules arrondies et régulières de l'endoderme *end* entou-

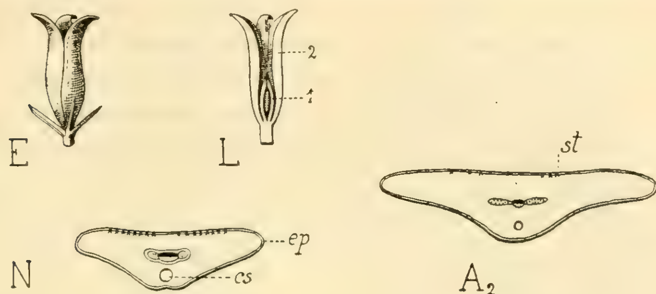


Fig. 1 (E). — Aspect de la diptérocécidie (en forme de calice) du *Juniperus communis* (gr. 1,5).
Fig. 2 (L). — Coupe longitudinale de la galle (gr. 1,5).
Fig. 3 (N). — Coupe transversale schématique d'une aiguille normale (gr. 15).
Fig. 4 (A_2). — Coupe transversale schématique d'une aiguille hypertrophiée appartenant au verticille externe de la galle (gr. 15).

cs, canal sécréteur ; *ep*, épiderme ; *st*, stomates.

rent le faisceau libéro-ligneux bien développé *flb*, bordé à droite et à gauche d'ailes libériennes à gros noyaux *al* et d'ailes vasculaires *av* : ces dernières comprennent chacune une douzaine de vaisseaux aréolés, à parois ponctuées ou irrégulièrement épaissies, groupés en un petit amas arrondi. La région inférieure du faisceau est en contact avec de grosses fibres péridesmiques *f*, à parois épaisses.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille externe de la cécidie. — Une section transversale pratiquée au milieu de l'aiguille déformée présente un contour allongé (A_2, fig. 4) ; ses dimensions atteignent environ 2,6 millimètres sur 0,6 millimètre.

Les épidermes (*eps*, *epi*, en A_2, fig. 6) ont des membranes minces et l'hypoderme comprend des fibres à parois peu épaisses, sinueuses. Les cellules parenchymateuses *pr* sont volumineuses ; séparées entre elles par de grands méats, elles

ne se différencient plus en un tissu bien net à la face inférieure du limbe. Enfin, le canal sécréteur *cs* est caractérisé par un diamètre beaucoup plus petit que dans la feuille normale (60 μ au lieu de 100 μ), par un contour irrégulier et par les tailles très inégales des cellules de sa gaine et de ses cellules sécrétrices.

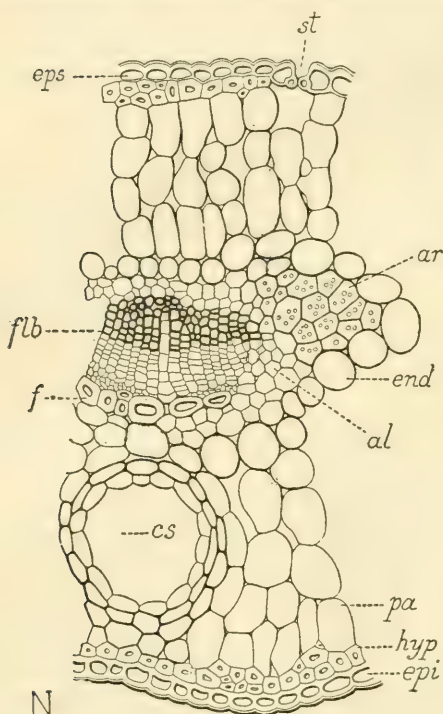


Fig. 5 (N). — Région médiane de la coupe transversale d'une aiguille de *Juniperus communis* : *flb*, faisceau de la nervure ; *al*, *ar*, ailes libérienne et vasculaire ; *f*, fibres péridesmiques ; *end*, endoderme ; *cs*, canal sécréteur ; *pa*, tissu palissadique ; *hyp*, hypoderme ; *eps*, *epi*, épidermes ; *st*, stomates (gr. 150).

Quant au cylindre central, sa largeur devient double environ de ce qu'elle est à l'état normal, son épaisseur ayant peu varié ; il est entouré par les cellules endodermiques *end*, faciles à reconnaître à leur taille et à leur grande dimension tangentielle.

Le faisceau libéro-ligneux anormal *flb* ne se développe pas autant que dans la feuille saine et les fibres péricycliques qui bordent sa région libérienne sont à peine différenciées. Par contre, le tissu aréolé *ar* prend une grande extension : ses cellules, nombreuses et grandes, parfois allongées, ont des parois munies d'abondantes ponctuations.

Dans la feuille anormale âgée, la sclérification débute au milieu de la face supérieure et se propage ensuite à travers les cellules épidermiques, hypodermiques ou parenchymateuses situées aux environs du faisceau vasculaire : toutes épaississent et lignifient leurs parois de façon intense.

En résumé, sous l'influence de la larve d'un Cécidomyide, la

région terminale des pousses du *Juniperus communis* présente les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui*

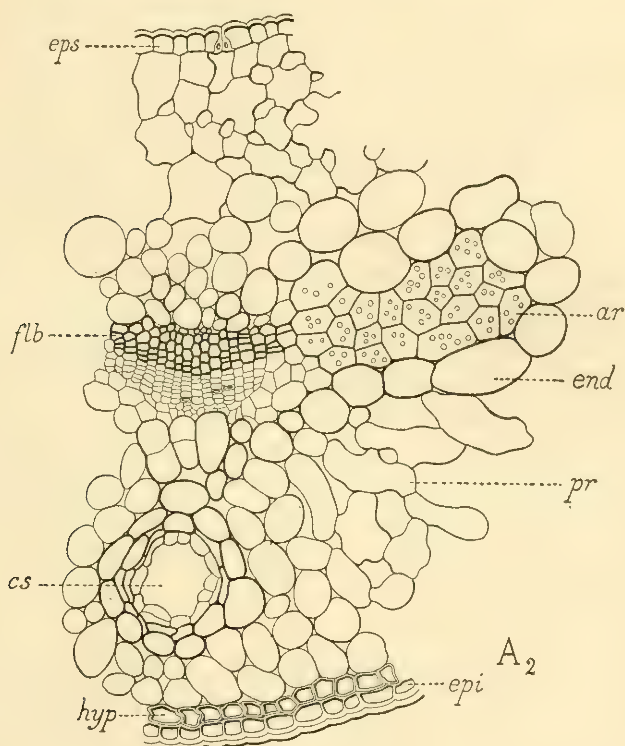


Fig. 6 (A_2). — Région médiane de la coupe transversale d'une aiguille anormale appartenant au verticille externe de la cécidie en calice du *Juniperus communis* : *pr*, parenchyme ; les autres lettres comme pour la figure précédente (gr. 150).

restent courts et s'épaississent ; les feuilles des deux verticilles supérieurs, agglomérées et hypertrophiées, forment une cécidie ayant l'aspect d'un calice évasé ;

2° *Les feuilles du verticille interne, en contact direct avec le parasite, se développent peu et se lignifient de bonne heure ;*

3° *Les feuilles du verticille externe augmentent considérablement leur largeur (parenchyme abondant peu différencié, faisceau libéro-ligneux et canal sécréteur réduits, ailes vasculaires hypertrophiées).*

Juniperus communis L. (**alpina** Clus., **nana** Willd.).

Cécidie produite par un Cécidomyide.

Sur la variété alpine du *Juniperus communis*, il n'est pas rare de rencontrer en très grande abondance une cécidie semblable, comme forme et comme nombre de verticilles déformés, à celle qui vient d'être décrite sur le Genévrier de la plaine : elle est un peu plus élancée pourtant et de taille supérieure. J'en ai recueilli de nombreux échantillons au Brévent, en face de la chaîne du Mont Blanc, le 16 août 1900, à 1 800 mètres d'altitude.

Le verticille interne qui abrite la larve possède des aiguilles atrophiées, de 5 ou 6 millimètres de longueur sur 1,3 millimètre de largeur; les feuilles du verticille externe sont rétrécies à la base, beaucoup plus larges au milieu de leur hauteur, où elles mesurent 4 ou 5 millimètres, et terminées par une pointe recourbée en dehors; leur longueur est de 10 à 12 millimètres. Colorées d'abord en vert, elles deviennent très vite d'un beau marron.

Il est intéressant de rencontrer, sur la variété alpine du Genévrier commun, une cécidie possédant la forme bien spéciale de calice évasé offerte déjà par la galle du Genévrier de la plaine décrite plus haut. L'action cécidogène émanée des parasites arrive dans les deux cas à engendrer des cécidies d'aspect identique, bien qu'elle agisse sur des feuilles dont les structures sont distinctes par suite des climats très différents qu'elles supportent.

Envisagée à un autre point de vue, la cécidie en calice de la variété alpine est encore intéressante, car elle permet de rechercher comment varient les caractères histologiques, déjà très accentués par le climat alpin, des feuilles qui la composent.

En 1891, M. Gaston Bonnier (1), dans son intéressant article

(1) *C. R. Assoc. française pour l'avancement des Sciences*, Paris, 1891, 2e partie, p. 521-522.

sur « la variation de la structure chez une même espèce » a montré combien est grande l'influence qu'exerce le climat sur la structure d'une plante donnée. Par exemple, dans la tige de la forme alpine du Genévrier, les canaux sécréteurs des entre-nœuds supérieurs sont très saillants et d'un diamètre bien

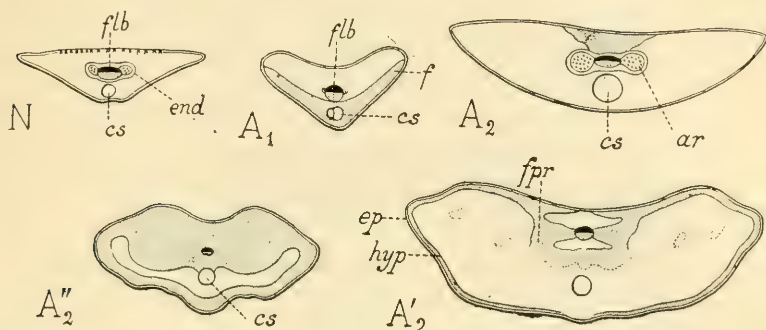


Fig. 7 (N). — Coupe transversale schématique d'une feuille normale de la variété alpine du *Juniperus communis* (gr. 15).

Fig. 8 (A_1). — Schéma de la coupe transversale d'une aiguille appartenant au verticille interne de la diptérocécidie (gr. 15).

Fig. 9 (A_2). — Schéma correspondant pour une aiguille externe de la galle (gr. 15).

Fig. 10 (A'_2). — Coupe transversale schématique d'une aiguille anormale plus âgée (gr. 15).

Fig. 11 (A''_2). — Coupe semblable pratiquée à l'extrémité de l'aiguille (gr. 15).

flb, faisceau libéro-ligneux; *ar*, tissu aréolé; *end*, endoderme; *f*, *fpr*, fibres; *cs*, canal sécréteur; *hyp*, hypoderme; *ep*, épiderme.

supérieur à celui des canaux de la forme de la plaine; la cuticule est épaissie et l'écorce possède une épaisseur à peu près aussi grande que celle du cylindre central.

Pour les feuilles, M. Bonnier a montré que tous les tissus destinés à l'assimilation et à la sécrétion, de même que tous ceux qui ont pour rôle de protéger l'organe contre les variations de température, sont plus développés dans la forme alpine : 1° les dimensions du canal sécréteur dorsal s'accroissent et son diamètre devient deux fois supérieur au diamètre du canal sécréteur de la feuille de la plaine ; 2° l'épaisseur de la feuille de la forme alpine est plus considérable (parenchyme et tissu en palissade bien développés) ; 3° les tissus protecteurs sont aussi plus abondants (fibres hypodermiques mieux formées, couche lignifiée de la cuticule très accentuée).

Ce sont ces caractères alpins qui se trouvent exagérés dans la galle que nous étudions ici.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille externe de la cécidie. — C'est surtout en largeur que la feuille parasitée (A_2, fig. 9) diffère de l'aiguille normale : elle devient deux fois aussi large environ que celle-ci par suite du grand développement que prend le parenchyme chlorophyllien.

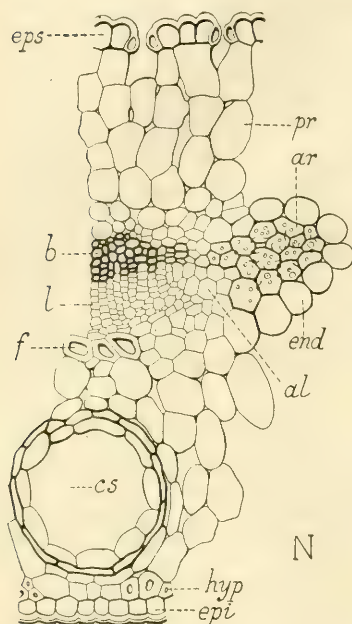


Fig. 12 (N). — Région médiane de la coupe transversale d'une feuille normale de la variété alpine du *Juniperus* : *b*, *l*, faisceau libéro-ligneux; *al*, *ar*, ailes libérienne et vasculaire; *f*, fibres péridesmiques; *end*, endoderme; *pr*, parenchyme; *cs*, canal sécréteur; *hyp*, hypoderme; *eps*, *epi*, épidermes (gr. 150).

L'épiderme supérieur *eps* (en A_2, fig. 13) multiplie avec activité ses cellules qui écartent un peu les files stomatiques les unes des autres; la disposition des stomates est moins régulière (comparer les dessins NS et AS, fig. 14 et 15).

L'épiderme anormal inférieur possède des cellules plus courtes que les cellules normales, mais par contre très larges et à membranes épaissies (comparer les dessins NI et AI, fig. 16 et 17).

En dedans des cellules épidermiques, l'hypoderme *hyp* (en A_2, fig. 13) présente des éléments à parois épaisses. Il est mieux développé à la face inférieure qu'à l'état normal, mais c'est principalement sur l'autre face et juste au-dessus du faisceau libéro-ligneux que les parois de ses cellules sont épaissies au point d'en obstruer presque entièrement la lumière.

La lignification des fibres hypodermiques débute de bonne heure, au-dessus du faisceau vasculaire. Elle se propage ensuite à la périphérie du limbe, dans les galles plus âgées, dont elle occupe d'abord l'hypoderme avant d'envahir les cellules du

parenchyme situées au-dessus du faisceau ; ces dernières constituent alors des fibres courtes, à parois très épaisses *fpr* (en A'_2, fig. 10). Souvent la lignification s'étend aux cellules endo-

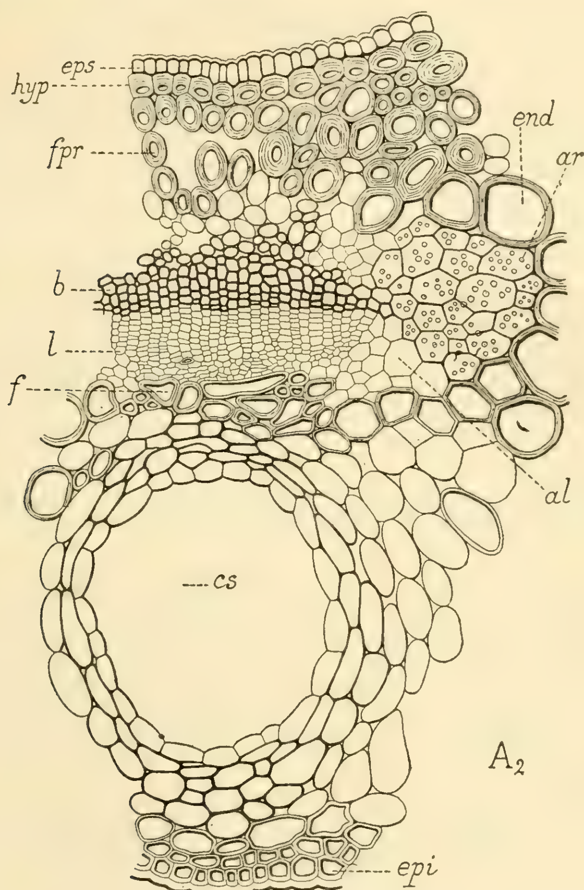


Fig. 13 (A_2). — Région médiane de la coupe transversale d'une aiguille externe appartenant à la diptérocécidie caliciforme de la variété alpine du *Juniperus* ; les lettres ont la même signification que dans la figure précédente (gr. 150).

dermiques *end* (A_2, fig. 13) : les parois de celles-ci deviennent épaisses et elles se relient, à la partie inférieure du faisceau, à un amas assez volumineux de fibres péricycliques *f*, lignifiées pour la plupart, beaucoup plus développées que dans la feuille normale.

A l'extrémité des aiguilles recourbées, la lignification envahit presque complètement le parenchyme foliaire et, comme le

montre la figure 11 (A''_2), ne respecte plus qu'une mince bande parenchymateuse au niveau du canal sécréteur *cs*.

C'est le canal sécréteur de l'aiguille parasitée *cs* (en A_2, fig. 13) qui présente l'hypertrophie la plus considérable, car il acquiert une dimension énorme par rapport au canal sain : 250 μ de

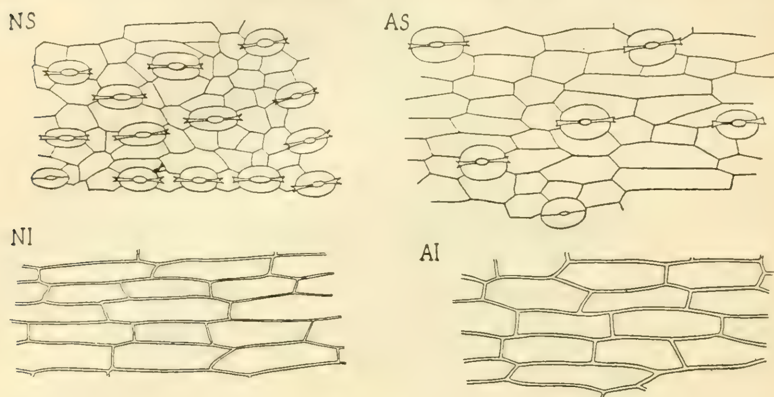


Fig. 14 à 17 (NS, AS, NI, AI). — Épidermes normaux et anormaux vus de face des feuilles saine et parasitée de la variété alpine du *Juniperus* (gr. 150).

diamètre au lieu de 120. Il est parfaitement circulaire, bordé de cellules peu régulières et entouré d'une gaine bien nette.

Le faisceau libéro-ligneux de l'aiguille anormale *b*, *l* est plus étalé que celui de la feuille saine et environ un tiers plus large ; il possède latéralement deux ailes vasculaires *ar* bien développées.

On peut remarquer que la présence du parasite a provoqué le développement exagéré du tissu aréolé. J'ai autrefois signalé ce fait en étudiant l'anatomie de la galle en artichaut engendrée par l'*Oligotrophus juniperinus* L. (1) sur le même Genévrier alpin ; l'étude de la diptérocécidie du Genévrier Sabine que nous ferons plus loin (page 95) nous montrera encore une pareille hypertrophie du tissu de transfusion.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille interne de la cécidie. — La section transversale médiane est fortement concave à la face supérieure (A_1, fig. 8) ; sa largeur est plus

(1) C. Houard, *loc. cit.*, p. 69 (1899, p. 298-304, fig. 1-4, pl. XX).

faible que celle de l'aiguille saine, mais l'épaisseur reste la même.

Aux environs du canal sécréteur et aussi le long de la face inférieure du limbe, les fibres lignifiées sont très nombreuses ; en particulier, les cellules de l'hypoderme peuvent acquérir des parois si épaisses que leur canal devient difficilement visible.

Les ailes vasculaires du faisceau libéro-ligneux *flb* sont peu développées et réduites, en général, à une seule cellule aréolée.

En somme, la différenciation dans les tissus des feuilles qui composent le verticille interne de la cécidie est arrêtée de bonne heure par suite du contact du parasite et la sclérification se manifeste tôt également.

En résumé, sous l'influence de la larve d'un Cécidomyide, la région terminale des pousses du *Juniperus communis* var. *alpina* présente les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui restent courts; les feuilles agglomérées des deux verticilles supérieurs forment une cécidie ayant l'aspect d'un calice ;*

2° *Les feuilles du verticille interne se développent peu et se lignifient de bonne heure ;*

3° *Les feuilles du verticille externe augmentent considérablement leur largeur et présentent un certain nombre de caractères qui accentuent les caractères alpins qu'elles possèdent : épaisseur plus grande du limbe ; tissus protecteurs mieux développés (fibres hypodermiques et cuticule); canal sécréteur à diamètre énorme; faisceau libéro-ligneux élargi à tissu aréolé abondant.*

Juniperus communis L.

Cécidie produite par l'*Oligotrophus Panteli* Kieff.

C'est encore aux dépens des deux verticilles supérieurs de la pousse, que cette cécidie est constituée (1). Les aiguilles du

(1) Il est assez probable que la cécidie précédemment décrite soit due, elle aussi, à l'action de l'*Oligotrophus Panteli*. Quant à la première que nous avons signalée, et sur laquelle on possède bien peu de renseignements, elle peut être envisagée comme une cécidie de l'*Oligotrophus Panteli* arrêtée dans son déve-

verticille interne restent courtes et n'atteignent que 5 ou 6 millimètres de longueur; elles sont blanchâtres à la surface et elles emprisonnent une petite larve orangée d'un demi-millimètre de longueur (L, fig. 19). Celles du verticille externe (E, fig. 18) sont vertes comme les aiguilles ordinaires; renflées à la base et accolées étroitement les unes aux autres, elles restent un peu

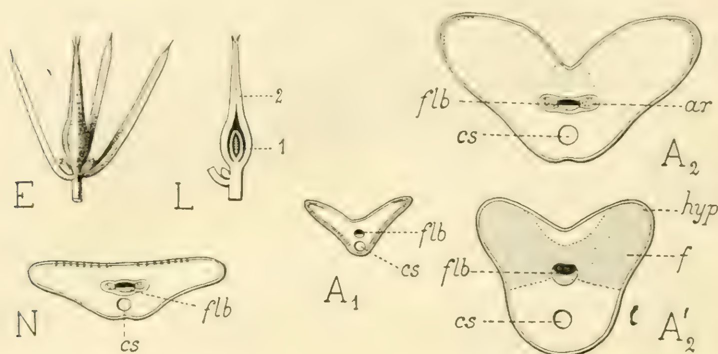


Fig. 18 (E). — Aspect de la diptérocécidie (aiguë) du *Juniperus communis* (gr. 1,5).
Fig. 19 (L). — Coupe longitudinale de la galle (gr. 1,5).
Fig. 20 (N). — Coupe transversale schématique de la feuille normale (gr. 15).
Fig. 21 (A_1). — Coupe transversale schématique d'une feuille anormale appartenant au verticille interne de la galle (gr. 15).
Fig. 22 (A_2). — Coupe transversale schématique d'une feuille anormale appartenant au verticille externe de la galle (gr. 15).
Fig. 23 (A'_2). — Schéma d'une coupe semblable pratiquée au voisinage de la pointe de l'aiguille (gr. 15).

flb, nervure médiane; *ar*, tissu aréolé; *cs*, canal sécréteur; *f*, fibres; *hyp*, hypoderme.

plus courtes que les feuilles normales (11,5 millimètres au lieu de 14).

J'ai rencontré maintes fois cette jolie galle dans le bassin de Paris, en particulier à Druyes (Yonne) et aux environs de Fontainebleau (août 1902).

Structure de l'entre-nœud anormal. — L'entre-nœud situé au-dessous des feuilles déformées constituant la cécidie est très

loppement, sans doute par suite de parasitisme; les différents tissus de ses feuilles présentent, en effet, des caractères d'atrophie très nets : réduction du faisceau vasculaire, du canal sécréteur, etc. Ce serait un cas analogue à celui que Lagerheim a signalé en 1899 (*Doppelcecidium*) et que nous avons rappelé plus haut. Des recherches ultérieures justifieront peut-être cette manière de voir.

raccourci; la section offre l'aspect d'un triangle curviligne (A, fig. 25) et présente une écorce très développée *ec* à éléments hypertrophiés et à grands canaux sécréteurs *cs*. L'amas vasculaire *flb* est réduit, plus arrondi que dans la tige saine, mais d'un diamètre moindre; il est composé de petits faisceaux libéro-ligneux ayant tendance à s'isoler les uns des autres. La

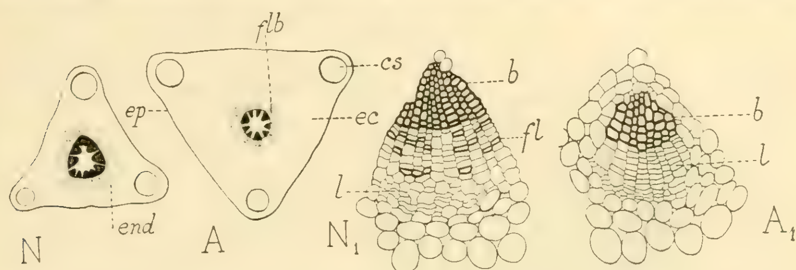


Fig. 24, 25 (N, A). — Coupes transversales schématiques pratiquées : la première dans une jeune pousse normale, la seconde à la base de la diptérocécidie aiguë du *Juniperus* (gr. 15).

Fig. 26, 27 (N_1, A_1). — Détails des faisceaux vasculaires représentés dans les deux dessins précédents (gr. 150).

flb, faisceau libéro-ligneux; *b*, *l*, bois et liber; *fl*, fibres libériennes; *end*, endoderme; *cs*, canal sécréteur; *ep*, épiderme.

région libérienne de ces faisceaux (*l*, en A_1, fig. 27) possède très peu de fibres; le plus souvent même elles manquent complètement.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille interne de la cécidie. — La feuille de la pousse de Genévrier, qui se trouve en contact direct avec le parasite, ne se développe pas (1, en L, fig. 19) et sa largeur reste faible (0,9 millim. seulement) ainsi que son épaisseur. Sa section transversale présente à la face supérieure une forte concavité où se loge la larve (A_2, fig. 28) et un épiderme *eps* formé de cellules irrégulières, saillantes, à parois très minces. L'épiderme de l'autre face *epi* est cutinisé et lignifié, et l'hypoderme sous-jacent *hyp* possède des cellules à parois épaisses, lignifiées; enfin, le canal sécréteur *cs* conserve des dimensions normales.

C'est le faisceau libéro-ligneux *flb* de la nervure qui est le plus réduit, car il ne possède guère que dix à douze files de vaisseaux au lieu d'une vingtaine et ses ailes vasculaires ne sont pas développées.

Dans la feuille anormale âgée, presque toutes les cellules du limbe s'épaississent et se lignifient fortement.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille externe de la cécidie. — La coupe transversale, pratiquée dans la région la plus large d'une aiguille déformée, offre un contour un peu concave à la face supérieure, une épaisseur double environ de l'épaisseur normale et une largeur de 2,5 millimètres (au lieu de 1,8 millim. pour la feuille saine). Les deux moitiés du limbe situées de chaque côté de la nervure médiane sont hypertrophiées et arrondies (A_2, fig. 22).

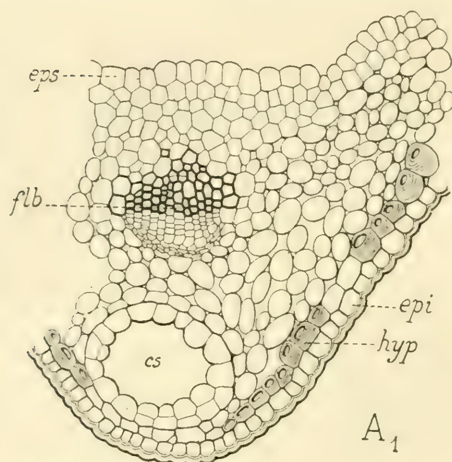


Fig. 28 (A_1). — Région médiane de la coupe transversale d'une feuille anormale appartenant au verticille interne de la cécidie aiguë du *Juniperus* et représentée par la figure 21 : *flb*, faisceau vasculaire; *cs*, canal sécréteur; *hyp*, hypoderme; *eps*, *epi*, épidermes (gr. 150).

L'accroissement en largeur de la base de la feuille anormale est dû en grande partie à l'aplatissement du cylindre central; celui-ci se montre entouré par des cellules endodermiques *end* (en A_2, fig. 29) allongées et peu distinctes. Ces cellules enveloppent aussi les ailes vasculaires *av* abondamment garnies de vaisseaux aréolés. Les fibres péricycliques voisines *f* sont moins nombreuses que dans la feuille normale, leurs parois étant minces et sinueuses.

Quant à l'accroissement en épaisseur de la feuille anormale, il provient surtout, à la face inférieure, du grand diamètre qu'acquiert le canal sécréteur *cs* (160 µ au lieu de 110) dont le contour reste bien circulaire. Dans la région opposée du limbe, c'est-à-dire à la face supérieure, les cellules hypodermiques *hyp* n'épaississent pas leurs parois et s'allongent en direction radiale par rapport au parasite. Il en est de même de toutes les cellules parenchymateuses *pr* comprises entre le cylindre central

et l'hypoderme : elles augmentent aussi leur longueur dans la même direction radiale, tout en restant en contact les unes avec

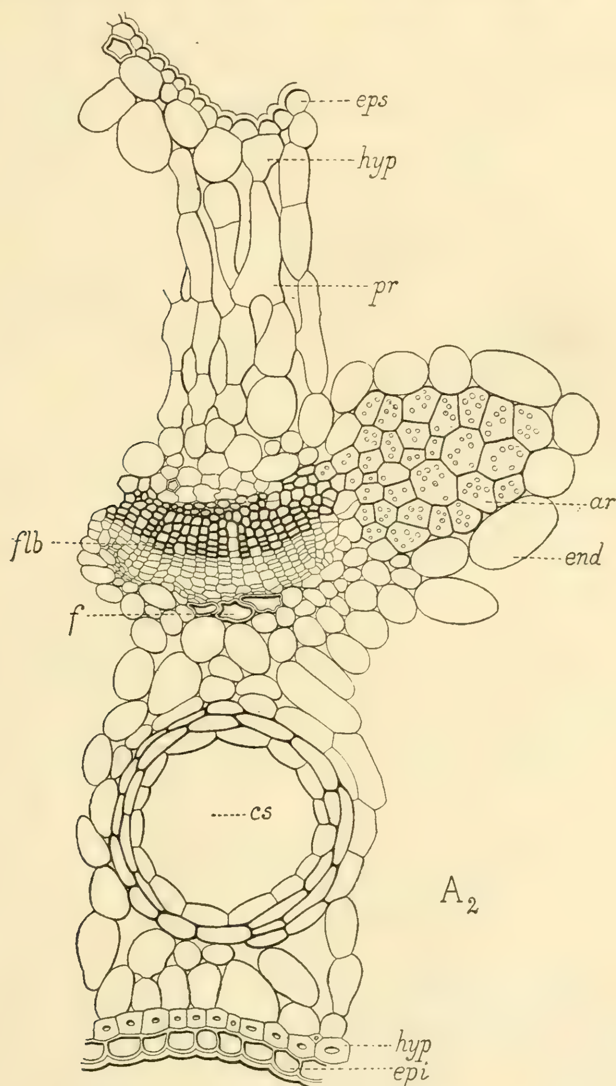


Fig. 29 (A_2). — Région médiane de la coupe transversale d'une feuille anormale appartenant au verticille externe de la cécidie du *Juniperus* : *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres péridesmiques ; *end*, endoderme ; *pr*, parenchyme ; *cs*, canal sécréteur ; *hyp*, hypoderme ; *eps*, *epi*, épidermes (gr. 150).

les autres par de larges surfaces, et elles prennent l'aspect curieux représenté par la figure 29 (A_2).

Lorsqu'elle est un peu âgée, la feuille anormale présente de nombreuses cellules lignifiées. La lignification débute dans les cellules hypodermiques *hyp* (en X'_2, fig. 23) situées aux deux extrémités des ailes du limbe et s'étend vers le cylindre central, à travers les cellules du parenchyme. Vers la pointe des feuilles, les fibres *f* envahissent toute la région située au-dessus du faisceau libéro-ligneux *flb*.

A la face supérieure de l'aiguille anormale, le nombre des files de stomates est double environ de ce qu'il est dans la feuille saine (28 rangées au lieu de 13 ou 14).

En résumé, sous l'influence de l'*Oligotrophus Panteli,* la région terminale des pousses du *Juniperus communis* présente les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui restent courts et s'épaississent (écorce très développée, faisceaux vasculaires isolés); les feuilles agglomérées des deux verticilles supérieurs forment une cécidie allongée aiguë ;*

2° *Les aiguilles du verticille interne restent courtes et se lignifient fortement ;*

3° *Celles du verticille externe augmentent beaucoup leur largeur et leur épaisseur (parenchyme hypertrophié, à cellules médianes étirées en direction radiale; canal sécréteur agrandi; faisceau libéro-ligneux étalé et ailes vasculaires bien développées).*

Juniperus Oxycedrus L.

Cécidie produite par un *Oligotrophus*.

Cette cécidie terminale est constituée par les deux verticilles supérieurs dont les feuilles sont déformées ; elle peut être allongée ou courte. Mes échantillons proviennent de Saïda (département d'Oran) où je les récoltai le 17 avril 1900.

1° Cécidie allongée.

La forme longue comprend deux verticilles d'aiguilles déformées sur toute leur longueur (1,2, en E et L, fig. 31 et 32),

plus un troisième verticille (3) dont les feuilles, épaissies seulement à la base, conservent une taille normale.

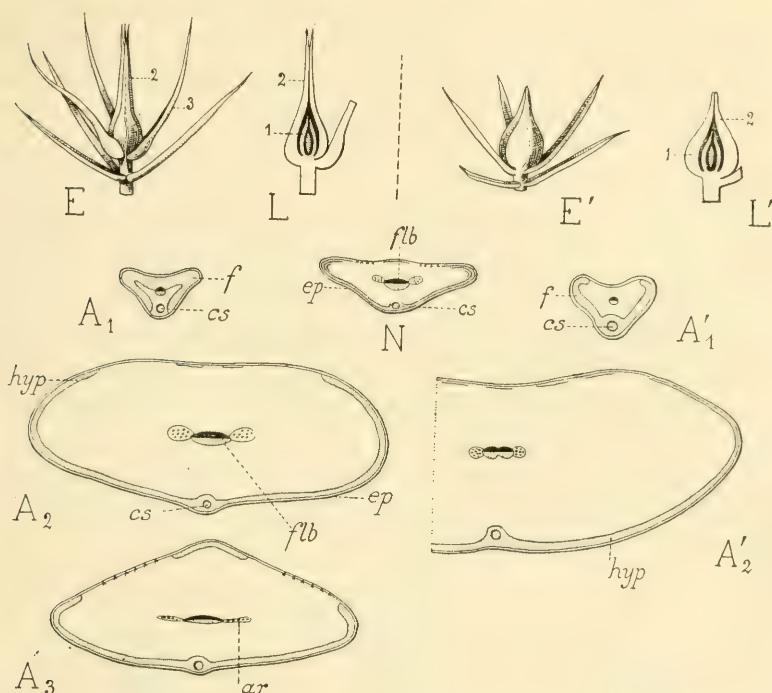


Fig. 30 (N). — Coupe transversale schématique d'une aiguille normale de *Juniperus Oxycedrus* (gr. 15).
Fig. 31 (E). — Aspect de la forme longue de la diptérocécidie terminale de la même plante (gr. 1).
Fig. 32 (L). — Coupe longitudinale de cette galle (gr. 1).
Fig. 33 (A_1). — Schéma de la coupe transversale d'une aiguille anormale appartenant au verticille interne de la galle longue (gr. 15).
Fig. 34 (A_2). — Schéma identique pour une aiguille appartenant au second verticille (gr. 15).
Fig. 35 (A_3). — Schéma identique pour une aiguille appartenant au troisième verticille (gr. 15).
Fig. 36 (E′). — Aspect de la forme courte de la diptérocécidie (gr. 1).
Fig. 37 (L′). — Coupe longitudinale de cette seconde forme (gr. 1).
Fig. 38 (A'_1). — Schéma de la coupe transversale d'une aiguille appartenant au verticille interne de la galle courte (gr. 15).
Fig. 39 (A'_2). — Schéma identique pour une aiguille appartenant au verticille externe (gr. 15).

flb, faisceau libéro-ligneux ; *ar*, tissu aréolé ; *cs*, canal sécréteur ; *f*, *hyp*, fibres du parenchyme et de l'hypoderme ; *ep*, épiderme.

Les aiguilles les plus internes (1) restent très courtes (4 ou 5 millim.) ; leur teinte est brunâtre ; elles abritent une larve orangée qui se métamorphose dans la cécidie.

Les aiguilles du second verticille (2) acquièrent seulement les trois quarts de la longueur normale (22 millim. environ au lieu de 30) ; elles sont aiguës à la pointe, renflées dans leur moitié inférieure et munies d'une forte carène dorsale. Accolées étroitement par leurs bords, elles enferment d'une façon complète le verticille interne et la larve.

Structure de l'entre-nœud anormal. — L'énorme raccourcissement que subit l'entre-nœud du rameau anormal ne modifie pas son diamètre transversal, l'hypertrophie de l'écorce étant compensée par la réduction que subissent les canaux sécréteurs et le cylindre central. De plus, les éléments de l'anneau vasculaire ne se différencient plus en petits faisceaux, situés en face des canaux sécréteurs, et en gros faisceaux intermédiaires (A, fig. 41) : tous les faisceaux anormaux ont sensiblement la même taille, un contour elliptique et un liber peu étalé ; ils présentent, en outre, une forte réduction dans la taille et

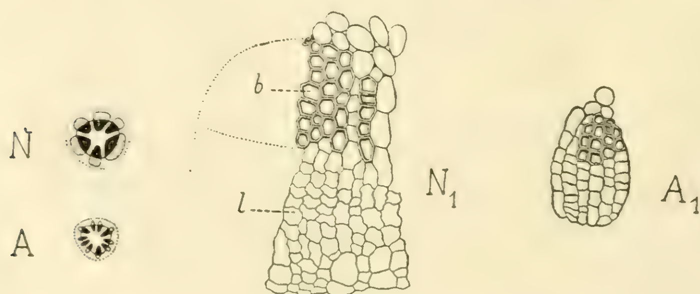


Fig. 40 (N). — Schéma du cylindre central de l'entre-nœud normal d'une pousse de *Juniperus Oxycedrus* (gr. 15).
Fig. 41 (A). — Schéma du cylindre central de l'entre-nœud de la pousse anormale, au-dessous de la cécidie (gr. 15).
Fig. 42 (N_1). — Moitié d'un faisceau libéro-ligneux normal (gr. 150).
Fig. 43 (A_1). — Faisceau vasculaire anormal (gr. 150).
b, l, bois et liber d'un faisceau libéro-ligneux.

le nombre des éléments ligneux ou libériens (comparer N_1 et A_1, fig. 42 et 43).

Structure de la feuille normale. — Les dimensions de la section transversale du limbe sont 1,4 millimètre de largeur sur 0,5 millimètre d'épaisseur (N, fig. 30). La face supérieure presque plane, sauf en son milieu, présente deux plages de

cinq ou six lignes de stomates chacune. L'hypoderme *hyp* (en N, fig. 44), aux cellules à parois épaisses non lignifiées, possède plusieurs assises cellulaires sur les bords du limbe ; il enveloppe presque entièrement le canal sécréteur *cs*, dont la section très étroite ne mesure pas plus de 36 à 40 μ de diamètre. Le tissu palissadique *pa* se développe bien.

Le faisceau libéro-ligneux de la nervure médiane de la feuille normale est large de 210 μ et peu épais; il comporte de 25 à 30 files ligneuses et libériennes *b*, *l*. Les vaisseaux du bois sont flanqués latéralement de deux amas de vaisseaux aréolés *ar*, bien délimités du parenchyme environnant par les cellules arrondies et régulières de l'endoderme *end*. Une vingtaine de grosses fibres *f*, à parois cellulosiques épaisses, renforcent la partie inférieure du faisceau.

Structure d'une feuille anormale appartenant au verticille interne de la cécidie. — La section d'une feuille (A_1, fig. 33) a l'aspect d'un triangle isocèle dont la base, représentant la face supérieure de l'aiguille, serait un peu concave.

L'épiderme conserve des parois minces et non cutinisées. Il entoure un gros amas de fibres *f* à paroi externe très épaisse et à faible lumière; ces fibres occupent la partie supérieure du limbe et entourent presque le faisceau libéro-ligneux qui, du reste, est très réduit.

La section du canal sécréteur *cs* diffère peu de celle de l'organe normal.

Structure d'une feuille anormale appartenant au second verticille. — Les dimensions en largeur et en épaisseur de la feuille parasitée (A_2, fig. 34) atteignent au moins deux fois ce qu'elles sont dans l'aiguille saine. De plus, la forme de la section est beaucoup modifiée : les parties latérales du limbe s'élargissent et les deux faces de l'aiguille se distinguent peu l'une de l'autre, la concavité de la face supérieure ayant disparu.

L'épiderme et l'hypoderme comprennent de grosses cellules, à parois non sclérifiées, qui entourent un parenchyme devenu homogène constitué par de grandes cellules peu riches en grains de chlorophylle.

Vu de face, l'épiderme supérieur ne présente plus de stomates et toutes ses cellules sont considérablement hypertrophiées (comparer les fig. 47 et 48, NS et AS). Les cellules de l'épiderme inférieur ont aussi beaucoup agrandi leurs dimensions ; leurs parois ponctuées restent épaisses

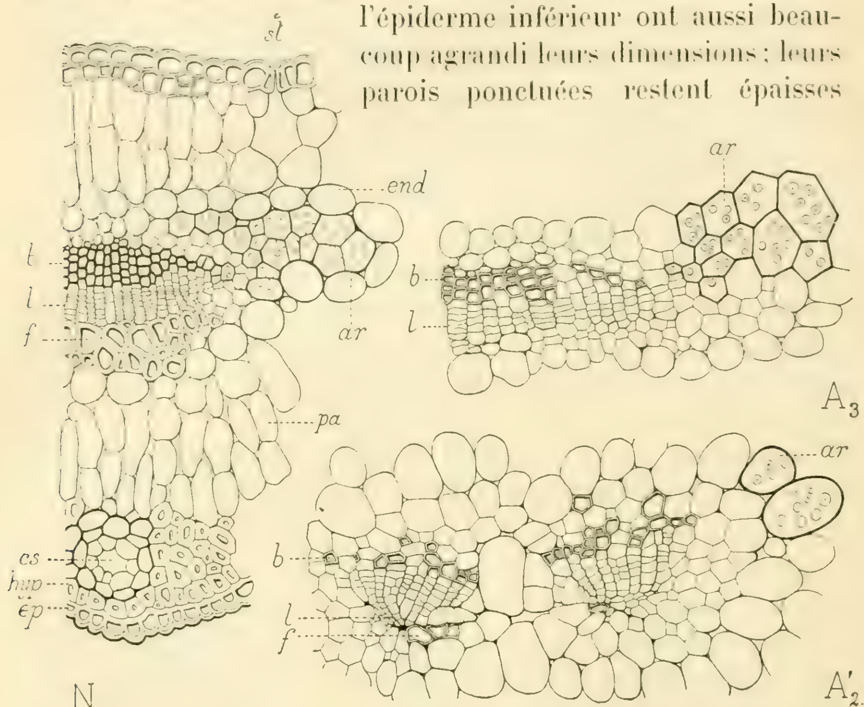


Fig. 44 (N). — Région médiane de la coupe transversale d'une aiguille normale de *Juniperus Oxycedrus* (gr. 150).

Fig. 45 (A_3). — Moitié droite du faisceau vasculaire de l'aiguille anormale représentée par la figure 35 (gr. 150).

Fig. 46 (A'_2). — Faisceau libéro-ligneux de l'aiguille anormale représentée par la figure 39 (gr. 150).

b, *l*, faisceau libéro-ligneux ; *ar*, tissu aréolé ; *f*, fibres péridesmiques ; *end*, endoderme ; *pa*, tissu palissadique ; *cs*, canal sécréteur ; *hyp*, hypoderme ; *ep*, épiderme ; *st*, stomates.

comme à l'état normal (comparer les fig. 49 et 50, NI et AI).

La modification histologique la plus intéressante de l'aiguille parasitée est présentée par le faisceau libéro-ligneux de la nervure, car il a suivi dans une certaine mesure le développement latéral pris par le limbe. Sa largeur est, en effet, devenue presque double de ce qu'elle est dans la feuille normale : les vaisseaux du bois ont acquis de grandes dimensions (diamètre triple), mais ils sont peu nombreux et irrégulièrement placés ;

les éléments des ailes vasculaires ont des tailles variées. Quant aux fibres péricycliques situées au-dessous du faisceau, elles sont irrégulières et à parois minces. Enfin, le canal sécréteur conserve ses dimensions normales.

La feuille âgée présente d'abondants tissus sclérifiés : la sclérification débute par la région médiane de l'épiderme supérieur et envahit ensuite tout le parenchyme situé au-dessous de la nervure.

Structure d'une feuille anormale appartenant au troisième verticille. — La section transversale pratiquée au milieu de la région basilaire renflée de la feuille déformée est bombée à la face supérieure (A_3, fig. 35) ; son épaisseur atteint celle de la feuille du verticille précédemment étudié, mais sa largeur est un peu plus faible ; ses plages stomatifères sont très développées.

Au centre de la section transversale du limbe anormal, le faisceau vasculaire se montre allongé, aplati, composé de vaisseaux ligneux (*b*, en A_3, fig. 45), grands et réguliers, mais peu nombreux dans chaque file (quatre au maximum) ; les ailes vasculaires comprennent des cellules polygonales régulières *ar*, munies de parois rectilignes à aspérités peu accentuées et de nombreuses ponctuations. Enfin, le rayon vertical de parenchyme, qui dans la feuille normale sépare nettement le faisceau en deux parties égales, devient difficile à reconnaître ; il en est de même dans les feuilles du second verticille de la cécidie.

2° Cécide courte.

La forme courte ne comprend que deux verticilles d'aiguilles déformées sur toute leur longueur (E', fig. 36).

Le verticille interne possède des feuilles très courtes, de 4 millimètres environ, fortement sclérifiées (A'_1, fig. 38).

Le verticille externe est composé de feuilles élargies à la base (4 ou 5 millimètres), assez courtes, n'ayant que 10 à 12 millimètres de longueur et peu aiguës au sommet.

En somme, par son aspect, cette cécidie rappelle celle que j'ai étudiée dans un précédent travail (1) et qui provenait d'un

(1) C. Houard, *loc. cit.*, p. 69 (1899, p. 304-309, fig. 4-6).

Genévrier Oxycèdre de la vallée de Cèze (Gard). Si j'ai tout lieu de croire que les deux cécidies en question sont engendrées par le même parasite, je dois signaler pourtant que la cécidie recueillie dans le midi de la France ne dépasse presque jamais

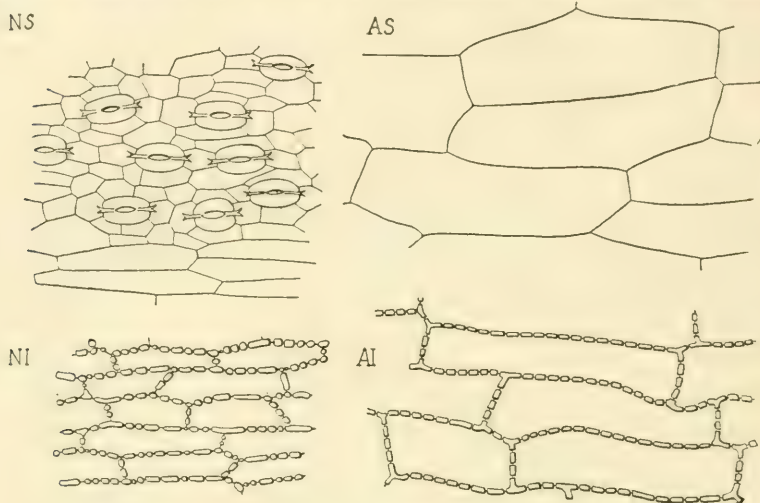


Fig. 47 à 50 (NS, AS, NI, AI). — Épidermes normaux et anormaux vus de face des feuilles saine et parasitée de *Juniperus Oxycedrus* (gr. 150).

9 millimètres de longueur ; de plus, la forme courte provenant de Saïda présente très souvent une modification de structure intéressante du faisceau vasculaire : celui-ci est séparé nettement en deux amas libéro-ligneux formés de vaisseaux à grande section, à parois minces, disposés sans ordre. Les files libériennes vont converger vers quelques fibres non lignifiées, comme le represente le dessin A'_2 (fig. 46).

En résumé, sous l'influence de la larve d'un *Oligotrophus*, les pousses du *Juniperus Oxycedrus* présentent les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui restent courts (réduction des faisceaux vasculaires et des canaux sécréteurs) et donne des galles longues ou courtes ;*

2° *Les feuilles du verticille interne se sclérifient de bonne heure : celles du verticille externe, un peu raccourcies, s'élargissent et présentent un faisceau libéro-ligneux et des ailes vasculaires très réduits ; le diamètre du canal sécréteur ne varie pas.*

Juniperus Sabina L.

Cécidie produite par un *Oligotrophus.*

Cette jolie petite cécidie se rencontre à l'extrémité des rameaux de la Sabine : elle est ovoïde et mesure de 3 à 5 millimètres de hauteur sur presque autant en largeur (fig. 51). Quatre grosses aiguilles hypertrophiées, très élargies à la base et quelque peu obtuses au sommet, prennent part à sa constitution. D'autres aiguilles plus internes et atrophiées délimitent une loge centrale où se trouve la larve de l'*Oligotrophus*. Cette larve provoque aussi le raccourcissement des derniers entre-nœuds de la tige et leur épaississement.

La cécidie jeune est jaune verdâtre ; elle devient brune quand elle est abandonnée par la larve : les feuilles qui la composent s'écartent alors les unes des autres et tombent.

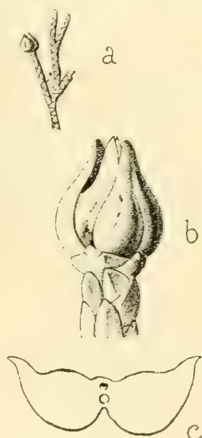


Fig. 51. — Aspect de la diptérocécidie ovoïde du *Juniperus Sabina* : *a*, rameau portant la galle ; *b*, galle ; *c*, coupe transversale d'une feuille hypertrophiée.

Les échantillons étudiés dans ce travail m'ont été gracieusement envoyés par M. le professeur Thomas, d'Ohrdruf, qui les avait recueillis aux environs de Cogne (Piémont), le 17 juillet 1888, à près de deux mille mètres d'altitude.

Je me contenterai dans cette étude de comparer la structure anatomique d'une feuille normale à celle d'une feuille parasitée choisie parmi les plus hypertrophiées de la cécidie.

Feuille normale. — Ses dimensions sont faibles : 0,7 millimètre de large sur un millimètre de longueur et 0,4 millimètre d'épaisseur; la section transversale d'une telle feuille est convexe à la face supérieure et presque aplatie à l'opposé (N, fig. 53).

Les épidermes supérieur et inférieur ont des parois très épaisses et lignifiées ; l'hypoderme inférieur *hyp* (Pl. I, N)

est fortement épaissi. Le faisceau de la nervure *flb* possède un nombre assez restreint de vaisseaux de bois, peu de formations secondaires, onze ou douze cellules de tissu aérolé seulement et il est entouré par un endoderme bien net *end*. Les fibres péricycliques ont des parois épaisses.

Le parenchyme qui enveloppe le cylindre central est très serré à la face inférieure du limbe ; lâche, au contraire, au-dessus du faisceau vasculaire, il comprend de longues cellules *c* souvent cloisonnées en travers et munies de gros amyloleucites.

Le canal sécréteur est développé seulement à la base de la feuille.

Feuille anormale. — Ses dimensions sont énormes par rapport à celles de la feuille saine car sa largeur peut atteindre

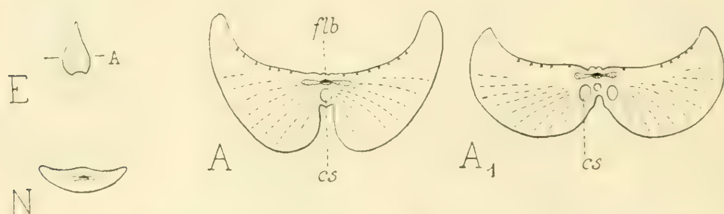


Fig. 52 (E). — Aspect d'une feuille hypertrophiée appartenant au verticille externe de la diptérocécidie du *Juniperus Sabina* (gr. 1,5).
Fig. 53 (N). — Schéma de la coupe transversale d'une feuille normale (gr. 15).
Fig. 54 (A). — Schéma de la coupe transversale d'une feuille anormale (gr. 15).
Fig. 55 (A_1). — Schéma d'une feuille parasitée présentant trois canaux sécréteurs (gr. 15).

flb, faisceau libéro-ligneux ; *cs*, canal sécréteur.

2,2 millimètres. Concave à la face supérieure (A, fig. 54), la feuille parasitée affecte la forme d'une cuiller ; sa région dorsale présente en son milieu un sillon longitudinal profond qui sépare presque complètement le limbe en deux moitiés symétriques.

Dans la région rétrécie, comme le montre la figure 54, le gros canal sécréteur *cs* atteint presque 100 μ de diamètre ; quelquefois il est remplacé par trois canaux, un médian assez petit et deux latéraux plus gros (A_1, fig. 55).

Entre le canal sécréteur et l'épiderme supérieur, s'étale le faisceau libéro-ligneux *flb* (Pl. I, A) : celui-ci est comprimé, moins épais que le faisceau de la feuille saine et flanqué à droite

et à gauche de deux ailes vasculaires *av*, également aplaties, environ trois fois aussi longues que l'aile normale. Ces ailes sont composées d'une seule assise de grandes cellules aréolées enveloppées par les cellules endodermiques anormales hypertrophiées *end*.

Le faisceau libéro-ligneux *flb* est séparé de l'épiderme supérieur *eps*, dont les cellules sont grandes et à parois minces, par les cellules corticales *c* allongées en direction radiale : ces dernières présentent parfois jusqu'à trois cloisons parallèles à la surface du limbe.

L'hypertrophie la plus considérable de l'aiguille anormale se produit à droite et à gauche de la région médiane rétrécie. Elle est due surtout à l'allongement démesuré des cellules parenchymateuses *pr* situées à la partie inférieure du limbe, de chaque côté du canal sécréteur. Les méats *mt* qui séparent ces cellules deviennent très grands. Les cellules elles-mêmes s'allongent et prennent la forme de tibias ; placées bout à bout, elles constituent parfois des files étroites, de plus d'un millimètre de longueur, partant des environs du canal sécréteur pour aboutir à l'épiderme inférieur. Toutes ces cellules sont remplies de protoplasma finement granuleux.

Les cellules de l'épiderme inférieur *epi* se multiplient avec activité et s'allongent ; leurs parois restent minces. Elles sont en contact vers l'intérieur avec les cellules hypodermiques *hyp*, à membranes contournées peu épaisses, qui constituent des amas irrégulièrement espacés.

En résumé, sous l'influence de la larve d'un *Oligotrophus*, la région terminale des pousses du *Juniperus Sabina* présente les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui restent courts ;*

2° *Les feuilles agglomérées s'hypertrophient considérablement, surtout de chaque côté de la nervure (faisceau libéro-ligneux aplati ; aile vasculaire étalée ; cellules du parenchyme étirées et alignées en longues files ; canal sécréteur bien développé).*

Juniperus Sabina L.

Cécidie produite par l'*Oligotrophus Sabinæ* Kieff.

La petite cécidie que détermine la larve de ce Diptère à l'extrémité des rameaux de la Sabine mesure environ 13 millimètres de longueur sur quatre ou cinq millimètres de plus grande dimension transversale. Elle comprend de trois à cinq paires d'aiguilles fortement grossies constituant par leur ensemble une pyramide quadrangulaire à pointe tournée vers le rameau (fig. 56). Les écailles inférieures

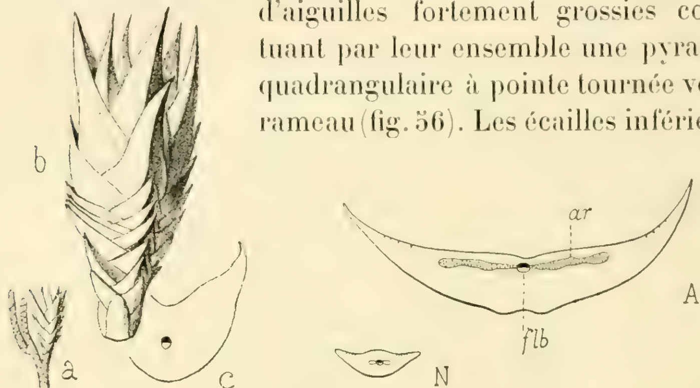


Fig. 56 (*a*, *b*, *c*). — Aspect de la diptérocécidie du *Juniperus Sabina* : *a*, rameau portant la galle ; *b*, galle ; *c*, coupe transversale d'une feuille hypertrophiée très concave.

Fig. 57 (N). — Schéma de la coupe transversale d'une feuille normale de *Juniperus Sabina* (gr. 15).

Fig. 58 (A). — Schéma de la coupe transversale d'une feuille déformée (gr. 15).

flb, faisceau libéro-ligneux ; *ar*, tissu aréolé.

sont courtes, les supérieures au contraire sont hypertrophiées et très aiguës : entre ces dernières se trouve la larve.

La teinte de la galle jeune est vert jaunâtre ; elle tend plus tard au brun.

Mes échantillons proviennent des environs de Cogne (Piémont) où ils furent recueillis, le 17 juillet 1888, à une altitude d'environ 2000 mètres par M. Fr. Thomas.

Structure d'une feuille anormale. — La section transversale pratiquée vers le milieu d'une écaille hypertrophiée se montre au moins trois fois aussi large que la feuille normale, mais elle conserve à peu près la même épaisseur (comparer les figures 57 et 58, N et A).

Le faisceau de la nervure (*flb*, en A', Pl. I) est très élargi ; il possède de nombreux vaisseaux ligneux et d'abondantes formations secondaires. C'est le tissu de l'aile vasculaire *ar* qui présente l'hypertrophie la plus considérable, car il acquiert ici un développement bien supérieur même à celui que j'ai décrit autrefois (1899, p. 301, pl. XX) pour la cécidie de la variété alpine du *Juniperus communis*. Les vaisseaux aréolés du tissu de transfusion occupent, en effet, à droite et à gauche du faisceau libéroligneux, une plage peu épaisse, longue de 500 à 900 μ, c'est-à-dire atteignent presque un millimètre ; leurs parois sont minces, sinueuses, fortement lignifiées et munies de ponctuations arrondies ainsi que d'épaississements de dimensions variables.

L'épiderme supérieur de la feuille anormale *eps* est composé de cellules irrégulières, saillantes, à parois minces et cellulosiques ; l'épiderme et l'hypoderme de la face opposée sont réguliers, lignifiés, mais à membranes moins épaisses que dans l'écaille saine.

En résumé, sous l'influence de l'*Oligotrophus Sabinæ*, la partie terminale des pousses du *Juniperus Sabina* présente les modifications suivantes :

1° *Le parasite externe agit sur les entre-nœuds terminaux qui restent courts ;*

2° *Les feuilles agglomérées s'hypertrophient et se développent surtout en largeur sans s'épaissir (extension considérable des ailes vasculaires).*

CONCLUSIONS

L'étude détaillée des cécidies de quelques Genévriers européens exposée plus haut permet de déduire un certain nombre de caractères communs concernant leur aspect extérieur et leur structure histologique.

1° Aspect extérieur des cécidies.

Le parasite consiste toujours en une larve de diptère située à l'extrémité de la tige, à la place du bourgeon terminal, entre les feuilles du verticille supérieur.

L'action cécidogène engendrée par ce parasite agit directement sur les entre-nœuds terminaux qui restent très courts, s'épaississent et présentent une forte écorce, des canaux sécréteurs bien développés et des faisceaux libéro-ligneux isolés, à dimensions réduites.

Les feuilles des verticilles supérieurs s'allongent peu, mais s'élargissent et augmentent leur épaisseur. Elles s'appliquent étroitement les unes contre les autres et s'agglomèrent en une sorte de bourgeon ou d'artichaut. Et comme le parasite, situé suivant l'axe de symétrie de la pousse déformée, agit avec une égale intensité dans toutes les directions, il en résulte que l'agglomération foliaire produite conserve le même axe de symétrie et présente tous les caractères généraux des acrocécidies caulinaires.

2° Modifications dans les tissus des feuilles composant les cécidies.

Les tissus des feuilles parasitées sont soumis à des phénomènes d'*arrêt* ou d'*exagération* dans leur développement normal et dans leur différenciation.

Arrêt de développement et de différenciation. — Plusieurs cas sont à distinguer :

a. Influence du contact du cécidozoaire. — Un tel arrêt se manifeste dans les aiguilles du verticille interne des galles qui sont en contact direct avec la larve. Cet arrêt se traduit par l'absence du tissu palissadique et par la réduction des appareils vasculaire et sécréteur. En outre, une lignification intense, qui débute par les cellules de l'épiderme et de l'hypoderme situées à la face externe du limbe, succède à l'épaississement des parois. Ce sont là, du reste, des phénomènes que l'on rencontre communément dans les régions gallaires situées au contact des cécidozoaires. Ici encore la lignification s'accentue au fur et à mesure que la cécidie vieillit, elle peut même envahir tout le parenchyme foliaire qu'elle transforme en une masse compacte fibreuse enveloppant le faisceau de la nervure et le canal sécréteur.

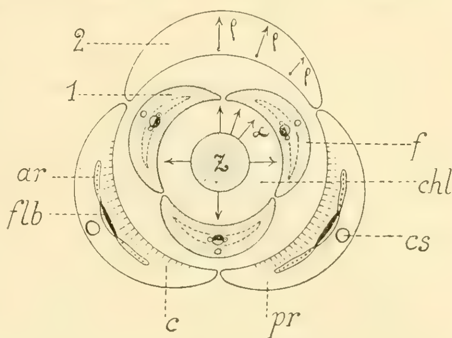


Fig. 59. — *Diagramme général des diptérocécidies des Genévriers.* — Les feuilles du premier verticille (1) sont en contact direct avec le cécidozoaire *z* et entourent la chambre larvaire *chl* ; leur développement est arrêté et leurs fibres lignifiées *f* abondantes. Les aiguilles du verticille (2) réagissent à l'action cécidogène α émanée du parasite et développent une réaction végétale ρ, dirigée dans le même sens, mise en évidence par l'allongement et le cloisonnement des cellules *c*. A l'hypertrophie de chacune des aiguilles prennent part le faisceau libéro-ligneux *flb*, les ailes vasculaires de tissu aréolé *ar*, le parenchyme *pr* et le canal sécréteur *cs*.

b. Influence du climat. — Un arrêt dans le développement et dans la différenciation des tissus est parfois dû à l'influence du climat. C'est ainsi que dans les galles du *Juniperus Oxycedrus* des régions chaudes de l'Algérie il y a réduction du faisceau vasculaire, du tissu chlorophyllien et des stomates, c'est-à-dire des appareils d'assimilation et de sécrétion.

c. Influence parasitaire. — Telle est peut-être la cause qui amène l'atrophie des appareils d'assimilation et de sécrétion dans la galle en forme de calice évasé du Genévrier de la plaine. Nous y avons trouvé en effet un faisceau libéro-ligneux réduit, un canal sécréteur à faible section et un parenchyme peu différencié.

Exagération de développement et de différenciation. — On peut distinguer aussi plusieurs cas :

a. Influence de la distance du tissu au cécidozoaire. — D'une façon générale, l'hypertrophie la plus grande offerte par les tissus se manifeste à une certaine distance du parasite, dans les aiguilles du second ou du troisième verticille de la pousse. Les dimensions anormales en largeur et en épaisseur acquises par ces feuilles se traduisent presque toujours par l'allongement en direction radiale des cellules parasitées, accompagné de leur cloisonnement transversal : tels sont les cas étudiés pour la cécidie de l'*Oligotrophus Panteli* (fig. 29) et pour la galle ovoïde du *Juniperus Sabina* (Pl. I, A).

Nous avons déjà fait remarquer ce phénomène d'alignement des cellules en direction radiale par rapport au cécidozoaire dans la plupart des acrocécidies et des pleurocécidies caulinaires.

En employant la même notation que dans nos travaux antérieurs, nous pouvons schématiser ainsi le mode de développement des diptérocécidies des Genévriers : l'action cécidogène α (fig. 59), émanée du parasite z, rayonne dans tous les sens avec la même intensité et provoque l'hypertrophie des cellules. Serrées les unes contre les autres, ces cellules ne peuvent se développer que vers l'extérieur, c'est-à-dire en direction radiale centrifuge : elles s'allongent donc et se cloisonnent ensuite transversalement un certain nombre de fois. Cet allongement centrifuge met en évidence une sorte de réaction végétale ρ, qui repousse vers l'extérieur les nouveaux tissus formés, et dont la direction coïncide avec celle de l'action cécidogène α (1).

Tels sont les caractères propres aux cécidies terminales des Genévriers que met en évidence le schéma de la figure 59.

b. Influence du climat. — L'exagération du développement de certains tissus et de leur différenciation peut aussi tenir à une influence climatérique. C'est ainsi qu'il peut y avoir accentuation des caractères alpins, c'est-à-dire développement

(1) Rappelons, pour terminer, qu'une telle coïncidence en direction de l'action parasitaire α et de la réaction végétale ρ existe aussi dans toutes les cécidies caulinaires à parasite situé dans la moelle et à axe de symétrie confondu avec celui de la tige (cécidie de l'*Agropyrum repens*, de l'*Hieracium umbellatum*, etc.).

exagéré des appareils d'assimilation et de sécrétion (grande taille acquise par le faisceau libéro-ligneux, par les ailes vasculaires et par le canal sécréteur), dans les feuilles des galles recueillies à de hautes altitudes sur la variété alpine du Genévrier commun et sur le Genévrier Sabine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Diptérocécidies du *Juniperus Sabina.*

Fig. N. — Région médiane de la coupe transversale d'une feuille normale de *Juniperus Sabina* (gr. 150).
Fig. A. — Région correspondante d'une feuille anormale de la première cécidie, montrant la grande hypertrophie des cellules du parenchyme (gr. 150).
Fig. A'. — Détails du faisceau libéro-ligneux et de l'aile vasculaire de tissu aréolé dans la feuille anormale de la seconde cécidie (gr. 150).

flb, faisceau libéro-ligneux ; *ar*, tissu aréolé ; *end*, endoderme ; *pr*, parenchyme foliaire ; *cs*, canal sécréteur ; *c*, cellules cloisonnées transversalement ; *hyp*, hypoderme ; *eps*, *epi*, épidermes supérieur et inférieur ; *mt*, méats.

ÉTUDES

SUR UNE

ENTOMOPHTHORÉE SAPROPHYTE

Par M. I. GALLAUD.

(1)

On connaît un certain nombre d'Entomophthorées pouvant mener une vie saprophytique. Ce sont les *Conidiobolus* trouvés par Brefeld [86] (1) sur l'hyménium de certaines Trémellinées, les *Basidiobolus* isolés par Eidam [87] du contenu intestinal des grenouilles et des lézards, et enfin le *Delacroixia coronata* (*Cost.*) *Sacc. et Syd.* que Costantin [97] a rencontré sur les lames du Champignon de couche (2).

Ces Entomophthorées, appartenant à un groupe où le parasitisme est de règle, sont fort intéressantes parce qu'elles se laissent facilement cultiver sur les milieux les plus divers, et qu'on peut commodément les étudier en faisant varier les conditions de leur vie. Les travaux de Brefeld [84] sur le *Conidiobolus*, de Eidam [87], de Fairchild [96], de Raciborski [96], de Lœventhal [03] sur le *Basidiobolus*, ont fait connaître ces deux genres dans leurs principales particularités biologiques, anatomiques et cytologiques. Il n'en est pas de même du *Delacroixia*, qui, à ma connaissance, n'a été étudié que dans la courte

(1) Les chiffres entre parenthèses, qui suivent un nom d'auteur, sont les deux derniers chiffres de l'année de la publication et renvoient à l'index bibliographique.

(2) Cette dernière espèce a été primitivement décrite par Costantin (97) sous le nom générique, déjà employé, de *Boudierella* que Saccardo et Sydow ont changé en celui de *Delacroixia*.

notice que lui a consacrée Costantin [97] dans le « Bulletin de la Société mycologique de France ».

Un heureux hasard m'ayant permis de retrouver et d'isoler en culture pure le *Delacroixia coronata*, ou tout au moins un type très voisin, j'en ai entrepris l'étude dans le but de faire mieux connaître ce Champignon et de tâcher d'élucider quelques points encore fort obscurs dans la biologie et le cycle évolutif de ces formes d'Entomophthorées totalement ou partiellement saprophytes.

Le *Delacroixia* a été rencontré par Costantin sur les lames du *Psalliota campestris* sans qu'il ait pu déterminer son origine d'une façon plus précise. Le champignon que j'étudie ici provient d'un semis d'Orchidées fait en serre. Les graines de ces plantes avaient été récoltées sur une fleur de *Cattleya Mendeli* fécondée par le pollen d'un *Cattleya tenebrosa*. Les pieds parents provenaient d'Amérique et étaient en végétation dans une serre où se trouvaient beaucoup d'Orchidées importées directement des pays tropicaux. Le champignon a-t-il une origine exotique ou ses spores étaient-elles simplement dans le compost formé de sciure de bois et de terre où on a semé les graines de l'hybride ? Je ne saurais le dire. Toujours est-il qu'ayant transporté une jeune plantule de l'Orchidée dans un tube de carotte, j'ai vu les parois de celui-ci et la surface de la carotte se couvrir d'un voile formé par de grosses spores arrondies, projetées à partir de la plantule. Un repiquage de ces spores m'a donné de suite une culture pure d'un Champignon qu'il m'a été facile de reconnaître pour une Entomophthorée à la grosseur et au contenu de ses filaments, au mode de production et de projection de ses spores. Je dirai dès maintenant que parmi toutes les Entomophthorées connues c'est du *Delacroixia coronata* qu'il se rapproche le plus, comme cela ressortira de la suite de ce travail (1).

(1) M. Costantin qui a bien voulu examiner mes cultures et mes préparations a confirmé cette détermination.

§ 1er. Cultures en tubes.

Cette Entomophthorée pousse avec la plus grande facilité sur les milieux nutritifs les plus variés, solides ou liquides, (pomme de terre, tranches de carotte, décoction de pruneaux, de fumier de cheval, jus d'orange, bouillon de viande peptonisée, etc.). Mais c'est sur la carotte qu'elle prend le développement le plus rapide et le plus complet. En 2 ou 3 jours, un tube ensemencé se couvre, sur toute la surface de la carotte et de la paroi de verre qui lui fait face, d'un voile d'abord blanc, puis blanc jaunâtre, formé des grosses spores projetées et des tubes germinatifs qui en sortent. Ces tubes germinatifs prennent un développement plus ou moins grand et donnent bientôt de nouvelles spores qui sont projetées à leur tour. De la sorte, le voile va s'épaississant, par suite de l'entassement des tubes germinatifs et des spores formant un amas pulvérulent. Il peut atteindre, dans certains cas, jusqu'à 4 millimètres d'épaisseur. Les spores sont lisses dans les débuts de la culture, mais elles sont bientôt recouvertes de fins échinules qui les font ressembler à autant de petits oursins.

Sur milieux liquides, le champignon donne un abondant mycélium se développant en masses sphériques immergées qui ne produisent que fort peu de spores, sauf si une des boules sphériques vient à la surface, où elle en projette alors un grand nombre. Il est à remarquer que sur jus de pruneaux ou d'orange la germination des semis et la croissance du mycélium sont très lentes. Il semble qu'il faille attribuer ce retard dans le développement à l'acidité naturelle de ces deux milieux. Si on les neutralise, l'évolution du champignon se fait alors avec la même rapidité que dans le bouillon de viande ou la décoction de fumier. Le *Delacroixia*, contrairement à la plupart des champignons, pousse donc mieux en milieu alcalin ou neutre qu'en milieu acide. Ajoutons qu'il liquéfie facilement la gélatine.

Si on examine au microscope la structure du voile formé dans un tube de carotte, on voit qu'il est constitué par un enchevêtrement de filaments et de spores.

Les filaments ont parfois un diamètre très faible (2 μ) dans les régions où le feutrage est très serré (voile formé à la surface du liquide); mais ils sont généralement très gros et ont une épaisseur variant de 10 à 16 μ. Les plus gros sont formés de tubes germinatifs courts, peu ou pas ramifiés. Ils présentent à une de leurs extrémités la spore qui leur a donné naissance, et,

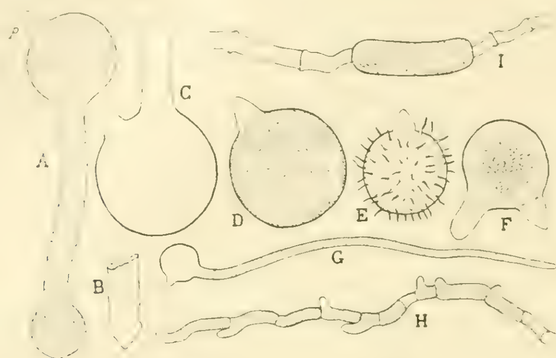


Fig. 1. — A, spore munie d'une papille p, et d'un tube germinatif terminé par une deuxième spore. — B, baside. — C, spore vide portant une papille et une baside à tube court. — D, spore lisse avec papille claire. — E, spore échinulée. — F, spore germant. — G, germination plus avancée; tout le protoplasme a émigré dans le tube germinatif. — H, début de la ramification. — I, kyste formé dans un milieu nutritif épuisé; latéralement tubes vides et contractés. (Grossissement = 130 pour G, H, et 360 pour A, B, C, D, E, F, I.)

à l'autre, une seconde spore en voie de formation (fig. 1, A). Si celle-ci s'est déjà séparée, le tube et la spore origine sont vides et l'extrémité du filament porte une sorte de chapeau conique, comme celui représenté sur la figure 1, B. Nous verrons qu'il s'agit là d'un organe qui a participé à la projection de la spore, en un mot d'une baside. Souvent ces basides sont isolées en grand nombre dans la préparation par suite de la résorption des filaments dont la membrane, plus mince, est moins résistante que celle de la baside. Parfois, on trouve fréquemment ces basides fixées directement sur une spore vide, comme le réprésente la figure 1, C. Il s'agit de spores qui, dès le début de leur germination, ont donné une nouvelle spore, ou *spore secondaire,* sans allonger beaucoup leur tube germinatif.

Dans une même culture, les spores sont très variables d'aspect et de dimensions. Au début, pendant les deux premiers jours,

elles sont très semblables entre elles : ce sont des corps arrondis, lisses, dont le diamètre varie de 25 à 50 μ. Leur membrane est relativement mince ; leur protoplasme est bourré de granulations qui les rendent opaques ; latéralement, elles portent toutes une papille claire et très réfringente, de forme conique, dépourvue de granulations (fig. 1, D).

Mais, dans une culture plus vieille, les spores changent. Au milieu de spores semblables aux précédentes, on en rencontre de beaucoup plus petites ne dépassant pas 15 μ de diamètre. D'autres, enfin, sont couvertes d'échinules en nombre variable (fig. 1, E), d'autant plus fins qu'ils sont plus nombreux. Ces spores échinulées, dont le nombre augmente avec l'âge de la culture, sont aussi très variables comme diamètre (15 à 50 μ). Toutes les spores, quels que soient leur taille et leur aspect, ont une papille claire.

§ 2. Cultures en goutte suspendue. Germination des spores.

Il est assez difficile, dans les cultures précédentes, faites en masses relativement grandes, de se rendre exactement compte des phénomènes de la germination des spores, de la production du mycélium, de la formation des divers types de spores et de leur projection. L'enchevêtrement des filaments, la surabondance des spores, sont gênants pour l'observation. Enfin, dans un même tube où se produisent les différentes sortes de spores que j'ai décrites, il n'est pas possible de démêler et d'isoler les conditions particulières de leur formation. Aussi, pour cette étude, j'ai dû utiliser d'autres modes de culture, comme les cultures en gouttes suspendues en chambre humide et les cultures sur lame.

Pour les cultures en cellules Van Tieghem, j'ai surtout employé comme milieu nutritif la décoction de fumier solidifiée par la gélose ou la gélatine. Sur ce milieu, il se fait facilement un mycélium assez abondant et des spores qui ne sont pas en trop grand nombre ; ce qui permet de les étudier avec plus de commodité. Le milieu à la gélatine se liquéfie rapidement comme je l'ai dit, mais il garde assez de viscosité pour qu'on puisse déplacer les cultures sans risquer de faire couler

la goutte nutritive le long des parois de la chambre humide.

Des spores lisses ensemencées sur un tel milieu entrent rapidement en germination. Au bout de très peu de temps, on voit se produire des modifications dans l'intérieur de la spore. Les granulations, qui, au début, sont réparties uniformément dans la spore, se groupent en plus grand nombre au centre, tandis que la zone périphérique devient plus claire. On voit bientôt apparaître un ou plusieurs renflements qui seront l'origine d'autant de tubes germinatifs. Ces renflements sont limités par une membrane très fine qui n'est pas autre chose que la membrane de la spore amincie et distendue en ces points. Leur contenu est tout à fait hyalin, sans granulations, et à ce stade, ils ressemblent beaucoup, comme aspect, forme et dimensions, à la papille claire que porte chaque spore (fig. 1, F) ; mais ils ne tardent pas à s'allonger. Deux heures après le semis, certains tubes atteignent déjà une longueur de 30 μ. Leur contenu, toujours hyalin, commence de montrer quelques granulations entraînées hors de la spore par le courant protoplasmique. La croissance se continue régulièrement. Le tube germinatif atteint 50 μ au bout de trois heures, 160 μ au bout de six heures. Le protoplasme est alors rempli de granulations sorties de la spore ou formées dans son sein, qui, par leur déplacement lent, traduisent à l'œil les différents mouvements dont le protoplasme est animé. Seule, l'extrémité en voie de croissance est toujours hyaline et sans granulations.

Les phénomènes de la germination des spores échinulées sont les mêmes, sauf qu'ils se produisent beaucoup plus lentement. Des spores échinulées, ensemencées au milieu des précédentes et en même temps, ne sont entrées en germination qu'au bout de quatre heures.

mesure que le tube germinatif s'allonge, la spore se vide de plus en plus de son protoplasme. Son contenu devient vacuolaire et les vacuoles en s'agrandissant se fusionnent de façon à occuper entièrement la cavité de la spore (fig. 1, G). Parfois, cependant, il y subsiste un peu de protoplasme granuleux qui n'aura aucune utilité ultérieure. La masse protoplasmique homogène s'avance dans le tube au fur et à mesure de sa croissance, de façon à occuper toujours la région distale. Elle laisse

ainsi en arrière d'elle une vacuole claire qui va s'agrandissant, comme cela arrive dans les Mucorinées.

Bientôt apparaissent les premières cloisons. La masse protoplasmique, dans son déplacement en avant, s'isole de la région vacuolaire par une cloison formée en arrière d'elle ; ce sont de fausses cloisons à parois courbes, à convexité tournée vers le protoplasme en mouvement, tout à fait analogues à celles des Mucorinées. Mais, souvent aussi, les cloisons se produisent au milieu du protoplasme, partageant ainsi sa masse en plusieurs articles. Chaque segment isolé ainsi dans le tube germinatif a dès lors un développement indépendant des autres. Le protoplasme, se déplaçant toujours en direction centrifuge, s'accumule dans la région distale et forme une vacuole dans la région proximale de chaque segment.

Peu après la formation des premières cloisons, on peut constater l'apparition des premières ramifications. Elles se produisent généralement dans la région distale de chaque article, tout contre la cloison qui l'isole de l'article voisin (fig. 1, H). Il est clair que la présence de cette cloison est une des causes qui provoquent la formation des rameaux. Le protoplasme jeune et en voie de croissance, arrêté par la cloison, ne peut plus avancer en direction centrifuge. Lorsque la croissance intercalaire de l'article est terminée, la poussée protoplasmique provoque dans la membrane encore mince et extensible, la formation d'une hernie qui ira s'accroissant et constituera une branche latérale dont le développement sera analogue à celui du tube germinatif dont elle provient. D'ailleurs, la cause invoquée pour expliquer la formation des rameaux n'est pas la seule qui intervienne, car on rencontre aussi des cas où la ramification précède le cloisonnement.

Le protoplasme des différents articles émigre peu à peu dans les branches latérales, de sorte qu'au bout de peu de temps la spore et le filament initiaux sont uniquement remplis d'un liquide clair. Le même phénomène se produit pour les branches primaires qui se vident au profit de ramifications d'ordre supérieur. Peu à peu, la goutte nutritive est envahie tout entière par le mycélium du champignon en largeur et en épaisseur. La culture apparaît alors comme un lacis très com-

pliqué, formé en grande partie d'hyphes plus ou moins diffluentes remplies d'un liquide transparent. Seules les extrémités distales des filaments appartenant aux dernières ramifications formées sont occupées par du protoplasme bien vivant.

Ce développement du champignon sous forme mycélienne se fait assez rapidement. En deux jours, la culture s'est étendue dans toute l'épaisseur de la goutte ensemencée. Alors commence d'ordinaire la formation des spores. Toutefois il m'est arrivé quelquefois et sur des milieux variés (bouillons de veau ou de poisson, jus de pruneaux, décoction de fumier) de voir le développement du champignon s'arrêter avant que la sporulation ne se produise. Dans ces cas, la croissance cesse; la masse protoplasmique accumulée à l'extrémité d'une hyphe revient sur ses pas dans le tube, s'immobilise et s'isole par deux cloisons. L'ensemble garde la forme cylindrique (fig. 1, I) ou s'arrondit en sphère. En tout cas, la membrane s'épaissit légèrement. Il y a ainsi formation d'une sorte de kyste, d'une chlamydospore analogue à celle des Mucorinées, bien que moins différenciée. Les portions de tubes vides qui de part et d'autre prolongent ces kystes se contractent ; leur diamètre diminue beaucoup, tandis que leurs cloisons transversales conservant leur rigidité forment des saillies très caractéristiques. Reportés sur une goutte nutritive fraîche, ces kystes germent et le champignon reprend son évolution. Il semble bien que c'est le manque de matériaux nutritifs ou l'accumulation trop grande des produits d'excrétion dans la culture qui provoquent cet enkystement. Il est plus fréquent dans les cultures qui se contaminent ou dans celles qui se dessèchent accidentellement.

§ 3. Formation des spores. — Basides. — Modes de projection.

Sauf les cas précédents, qui sont accidentels, le champignon forme toujours des spores. Les organes qui les donneront commencent à se différencier au moment où presque toute la goutte nutritive est envahie par le mycélium. On voit alors certains filaments, bien remplis de protoplasme dense, sortir du milieu nutritif et se dresser dans l'air. Leur extrémité se

renfle en une sphère qui grossit peu à peu. Quand tout le protoplasme a émigré dans la sphère, celle-ci cesse de s'accroître et s'isole par une cloison plane. La masse sphérique, remplie de protoplasme granuleux, sera la spore ; le tube qui la porte, la baside. Ce tube aérien est rempli d'un liquide clair et on remarque à sa partie supérieure, au voisinage de la spore, une vacuole renfermant un liquide très réfringent (fig. 2, A). La vacuole va s'accroissant peu à peu et distend légèrement la baside. Il s'établit évidemment une forte pression dans la baside du fait de l'accroissement de volume de la vacuole.

On voit bientôt la membrane de séparation, entre la spore et la baside, se courber et faire saillie à l'intérieur de la spore en forme de bouton conique, étranglé suivant la ligne de contact avec la membrane de la spore (fig. 2, B). C'est une véritable columelle. Fréquemment la vacuole réfringente de la baside s'allonge jusqu'à son intérieur.

Arrivée à ce stade, la spore est mûre et la projection ne tarde pas à se produire. La séparation est si brusque qu'il est bien difficile de voir comment elle a lieu et, même à un faible grossissement, il est impossible de suivre la spore de l'œil, tant est grande la vitesse qui l'anime. Mais si on recueille les spores ainsi projetées en disposant une lame devant la culture, on constate que chacune d'elles est maintenant munie d'une papille claire, faisant saillie.

La présence constante de cette papille permet de se rendre compte de la façon dont se font la séparation et la projection. La membrane formant la columelle se délamine sur toute sa surface. La forte pression interne résultant de la présence à l'intérieur de la spore d'une masse de protoplasme très dense, et aussi la compression produite par la saillie de la columelle, déterminent bientôt une rupture annulaire tout le long de la ligne de contact des membranes de la spore et de la baside. Le contenu de la spore fortement comprimé peut alors prendre toute son extension. La papille, primitivement en creux et coiffant la columelle, se retrousse et fait brusquement saillie ; le mouvement de réaction qui en résulte projette violemment la spore.

La force qui déplace ainsi la spore apparaîtra comme très

considérable, si on réfléchit que la résistance de l'air est très grande pour cette spore de volume non négligeable et de faible masse. Dans certains cas, la spore peut être lancée jusqu'à 4 centimètres en distance verticale, ainsi que je m'en suis assuré en plaçant au-dessus d'une culture des lames de verre à des hauteurs différentes. Il faut donc que la vitesse au départ soit très considérable, et on s'explique qu'il ne soit pas possible de suivre de l'œil le déplacement de la spore, surtout qu'on est obligé de l'observer avec un microscope qui, amplifiant les distances, multiplie la vitesse apparente dans le même rapport.

Dans cette séparation, la spore seule est projetée. Les basides restent tout entières attachées aux tubes mycéliens qui les ont produites et, dans une culture avancée, on les voit en grand nombre dressées au-dessus de la surface. Peu à peu, cependant, les tubes qui les portent s'affaissent, leur membrane se résorbe et on retrouve dans les vieilles cultures de nombreuses basides isolées et vides, encore surmontées par la columelle.

La formation des spores aériennes et leur déhiscence brusque paraissent être le cas normal dans le *Delacroixia*. Cependant on peut observer d'autres modes de sporulation sans projection. Il arrive, en effet, dans les cultures sur goutte nutritive solide ou liquide, qu'une extrémité de filament encore plongée dans la masse se renfle en sphère et que du protoplasme s'y accumule. Il se fait ainsi une spore entièrement immergée. La formation de la spore et de la baside est à peu près la même que dans le cas des spores aériennes, sauf cependant que la membrane de séparation entre la spore et la baside se renfle du côté de la baside, de sorte que c'est la spore qui envoie une columelle dans la baside (fig. 2, D).

Quand la spore a atteint sa maturité, la déhiscence se produit sans projection. Elle a lieu très lentement à cause de la résistance présentée par le liquide extérieur, mais surtout à cause de la turgescence relativement faible de la baside. On peut suivre facilement la série des phénomènes et ils justifient pleinement l'interprétation donnée plus haut de la déhiscence brusque des spores aériennes. Mais ici les rapports de la spore et de la baside sont inversés ; aussi, après la délamination et le décollement circulaire, on voit la calotte en creux rattachée

à la baside faire saillie et se retrousser peu à peu comme un doigt de gant en repoussant la papille saillante de la spore qu'elle moulait (fig. 2, E), de sorte que lorsque la baside a pris toute son extension, elle présente elle aussi un bouton conique saillant en face de la papille de la spore (fig. 2, F). L'état de turgescence relative de la baside dure peu. Après la séparation il se fait au-dessous du bouton conique une contraction assez brusque et cette portion du tube s'affaisse et se plisse (fig. 2, G,H). La membrane du tube se résorbe, mais le bouton conique et sa base subsistent comme dans le cas des basides aériennes.

Il existe donc deux formes de columelle, saillante ou en creux, suivant que la baside est aérienne ou immergée. Ce dimorphisme n'est qu'apparent et dépend d'un simple phénomène d'osmose. Dans le cas des spores aériennes, le tube mycélien plonge seul dans le liquide nutritif et la tension osmotique à son intérieur doit croître plus vite que dans la spore placée dans l'air. Dans le cas des spores immergées, baside et spore sont en contact avec le même liquide. La spore, bourrée de protoplasme, substance à pouvoir osmotique considérable, doit prendre une turgescence plus grande que la baside remplie d'un liquide hyalin. La columelle formée d'une membrane souple se gonfle du côté où la turgescence est moindre.

Il est facile de montrer expérimentalement le bien fondé de ces déductions *a priori* et de passer *sur la même baside* d'une forme de columelle à l'autre. Si on transporte sur une lame, sans adjonction d'eau, une portion du voile aérien d'un tube de carotte en voie de sporulation, on constate que toutes les basides ont une columelle saillante à l'intérieur de la spore. Si alors on ajoute une goutte d'eau à la préparation, on peut voir que toutes les columelles se retroussent : au bout d'un moment elles font saillie dans la baside. On peut suivre pas à pas ce retroussement de la columelle. C'est d'abord la pointe du bouton conique qui fait hernie du côté de la baside (fig. 2, J) ; bientôt la hernie s'accentue au point d'occuper toute la largeur du tube de la baside ; à ce stade, on voit la membrane latérale de la columelle repliée sur elle-même et présentant un double contour (fig. 2, K). Le mouvement se fait lentement, à la façon

d'un mouvement amiboïde, mais dès que la hernie a dépassé l'étranglement annulaire de la baside le retroussement s'achève brusquement, et, si la spore est presque mûre, la secousse est parfois assez forte pour la détacher. Sur les spores non mûres il n'y a pas séparation et on constate que c'est maintenant la

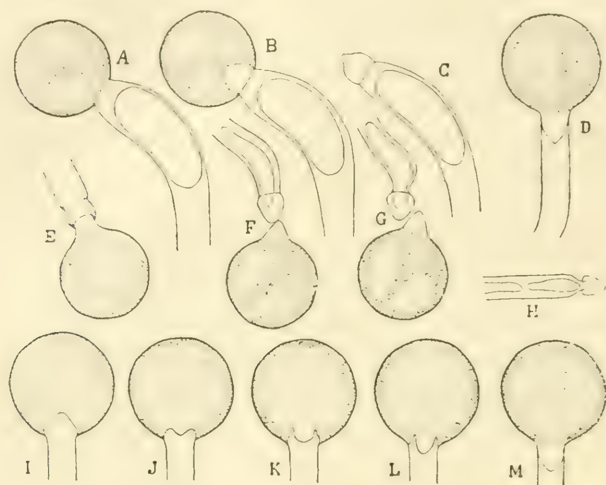


Fig. 2. — A, B, C, stades successifs de la déhiscence d'une spore aérienne (déhiscence brusque). — D, E, F, G, H, stades successifs de la déhiscence d'une spore immergée (déhiscence lente). — D, spore avec papille en saillie dans la baside. — E, retroussement lent de la columelle. — G, H, rétrécissement et affaissement du col de la baside. — I, J, K, L, M, stades successifs du retroussement de la columelle obtenus en transportant une spore aérienne dans l'eau. (Grossissement = 360.)

spore qui envoie dans la baside une papille conique (fig. 2, M).

Une autre expérience, qui contrôle la précédente, consiste à mettre sur la lame portant les basides à sec, au lieu d'eau pure, un liquide à forte tension osmotique, comme de la glycérine ou une solution de nitrate de potassium à 10 p. 100. Dans ce cas, on n'obtient plus le retroussement de la columelle qui reste saillante dans la spore plasmolysée.

J'ai insisté quelque peu sur le mode de séparation des spores dans le *Delacroixia*. C'est que, outre l'intérêt qu'il peut présenter en lui-même, il me paraît constituer un caractère de détermination important pour les espèces d'Entomophthorées, toujours signalé avec soin par les auteurs qui ont décrit des espèces nouvelles.

On peut distinguer trois modes principaux de projection des spores dans les Entomophthorées connues jusqu'ici :

1° Le tube simple qui porte la spore, toujours isolée par une cloison, se rompt juste au-dessous de cette cloison. Le contenu plasmique est projeté violemment et entraîne la spore à laquelle il sert en quelque sorte de manteau protecteur et d'organe d'adhésion. C'est le cas de l'*Empusa Muscæ*, du *Lamia Culicis*.

2° La rupture du tube se fait au-dessous d'une baside différenciée, de sorte que baside et spore sont projetées ensemble. La séparation ultérieure de la spore et de la baside a lieu pendant le trajet aérien. C'est le cas, unique, d'ailleurs, du *Basidiobolus*.

3° La baside différencie une columelle saillante dans la spore. La spore seule est projetée, et on constate qu'elle présente au point où elle était primitivement rattachée à la baside une papille claire, saillante, qui est la reproduction de la columelle. Ce type de projection se rencontre dans l'*Empusa Grylli*, *Entomophthora radicans*, *E. ovispora*, *E. curvispora*, *E. conica* et aussi dans le *Delacroixia*.

L'étude de ce dernier, dans le cas où les spores sont immergées, montre que l'interprétation donnée pour expliquer la déhiscence est bien exacte, car on voit le phénomène se produire sous les yeux de l'observateur avec une lenteur suffisante, ce qui est impossible pour les autres espèces citées, à cause de la violence et de la rapidité de la déhiscence.

Cette observation montre aussi que la présence d'une columelle faisant saillie dans l'intérieur de la spore n'est pas un caractère constant. Elle peut être en saillie ou en creux par rapport à la baside, et c'est le jeu des forces osmotiques qui en règle la forme suivant le cas.

Aussi faut-il mettre dans la même catégorie que le *Delacroixia*, au point de vue de la déhiscence, le *Conidiobolus* où la cloison de séparation entre spore et baside, d'abord saillante vers la spore, devient bientôt concave de ce côté. D'ailleurs, après la séparation, la columelle en creux redevient bientôt convexe comme dans le cas du *Delacroixia* immergé.

§ 4. Formation des spores secondaires.

Quel est le sort des spores formées sur une baside ? Pour les spores aériennes, il dépend évidemment du substratum sur lequel elles tombent et nous verrons plus loin quelques cas particuliers de leur évolution ultérieure. Les spores qui restent immergées dans la substance nutritive à la suite d'une déhiscence lente ou les spores aériennes qui y sont projetées ne tardent pas à germer et, si la nourriture est encore abondante, elles donnent un mycélium comme la spore d'où nous sommes partis ; la même évolution recommence.

Mais le fait se présente rarement ; lorsqu'une culture en goutte suspendue a déjà donné des spores, le milieu est épuisé ; aussi voit-on le plus souvent les spores évoluer de la façon suivante : elles donnent un tube germinatif qui s'allonge peu. Si dans ce parcours il a atteint la surface libre, il se fait à son extrémité une nouvelle spore et une baside qui la projette. Il ne reste dans le substratum qu'une spore et une baside vides (fig. 3, A). La spore considérée a eu une évolution très courte et a donné de suite une *spore secondaire*.

Ce cas est très fréquent dans les cultures en tube de carotte et on s'explique la rapidité avec laquelle de pareils tubes se recouvrent de spores sur toute leur surface interne. La mince couche liquide qui recouvre la carotte est rapidement traversée et la spore projetée tombe sur la paroi de verre située en face. Là, cette nouvelle spore rencontre des conditions analogues, évolue tout aussi vite et projette sa spore secondaire à nouveau sur la carotte. A la suite de cette sorte de fusillade réciproque, il s'entasse à la fois sur le verre et sur la carotte des couches successives de spores vides, munies de courtes basides, qu'on retrouve parfois en très grand nombre et qui épaississent peu à peu le voile. Il arrive un moment où ces débris sont assez abondants pour empêcher le liquide de mouiller les nouvelles spores projetées. Nous verrons plus loin ce que deviennent alors ces dernières.

Si le tube germinatif court, issu d'une spore, ne rencontre pas la surface libre immédiatement, il ne se renfle pas moins

en une sphère où s'accumule le protoplasme sorti de la spore origine. Il se forme alors parfois une nouvelle spore secondaire immergée à déhiscence lente. Mais, très fréquemment, la différenciation ne va pas aussi loin. En un point de la sphère nouvelle il se fait une saillie qui évolue en un tube mycélien. Il y a eu évidemment ébauche d'une spore qui s'est arrêtée dans son développement par suite d'un départ de germination prématurée. Il se produit souvent ainsi à la suite l'une de l'autre plusieurs ébauches de spores disposées comme les grains d'un collier et réunies par de courts filaments (fig. 3, B). Finalement, un dernier tube mycélien vient affleurer la surface nutritive, forme une spore aérienne et la projette.

On voit donc que, sauf le cas où il se forme des chlamydospores dans l'intérieur de la masse nutritive et où alors toute évolution ultérieure est arrêtée, tout le protoplasme provenant de la spore du semis initial et celui qui résulte des accroissements faits aux dépens du substratum nourricier, tout ce qui est vivant en un mot, émigre dans les spores projetées. Il ne reste dans le substratum épuisé et dorénavant inutile que des membranes vides qui ne tardent pas à se résorber plus ou moins.

§ 5. Cultures sur lames de verre sans substratum nourricier. Spores échinulées. — Spores en couronne.

Qu'arrive-t-il si la spore projetée dans l'air rencontre un support inerte? L'observation des tubes de culture ne permet pas de donner une réponse précise. A la vérité, les premières spores projetées de la carotte sur le tube de verre semblent bien répondre à ces conditions, mais très rapidement leur accumulation constitue un voile continu qui par imbibition et capillarité s'imprègne du liquide nutritif où baigne la carotte. Les spores entrent alors en germination normale. D'ailleurs, leur multiplicité est gênante pour l'observation. Un moyen plus commode consiste à disposer au-dessus de cultures larges, dans des cristallisoirs plats, des lames de verre sèches sur lesquelles on reçoit les spores projetées.

Ces spores adhèrent assez fortement au verre pour qu'on

puisse retourner la lame ou la choquer fortement sans qu'elles se détachent. On peut même faire toutes les manipulations du fixage, de la coloration et du montage dans le baume sans qu'elles soient entraînées par les différents liquides dans lesquels on les plonge.

Les lames sont transportées sous cloches et placées à des hauteurs différentes au-dessus de la couche d'eau qui en occupe le fond. Ce n'est que très lentement, comme l'a montré Lesage [95], que la vapeur d'eau se diffuse dans toute la cloche, et on a ainsi des couches superposées où l'état hygrométrique va décroissant.

Dans de semblables conditions, les spores, privées de nourriture, évoluent de façon fort différente, suivant qu'elles sont dans l'air plus ou moins humide.

Les spores placées non loin de la surface, et par conséquent en milieu très humide, germent bientôt. Elles donnent un tube mycélien très gros qui s'allonge peu en général. Rarement ce tube se ramifie. Dans ce cas, le protoplasme sorti de la spore se distribue dans les différentes branches, mais son évolution est bientôt arrêtée, car, ne recevant aucun apport extérieur, il est insuffisant pour assurer le développement du champignon et surtout la formation des spores. Mais le plus souvent le tube germinatif reste simple ; il se renfle en sphère à son extrémité, tout le protoplasme s'y condense et il se fait une spore secondaire presque aussi grosse que la spore origine. Le tube différencie une baside et l'ensemble a l'aspect déjà décrit pour les basides et spores immergées, c'est-à-dire que la papille fait saillie à l'intérieur de la baside (1). Il n'y a d'ailleurs pas de déhiscence ou déhiscence lente sans projection et cela se comprend, car la baside plongée dans l'air est vide et n'a aucune turgescence. Le tube germinatif et sa baside s'affaissent d'ailleurs très vite et souvent à mesure que le protoplasme émigre dans la spore nouvellement formée. Celle-ci peut germer de la même façon à plusieurs reprises en donnant chaque

(1) Remarquons en passant que la baside et la spore qu'elle porte se trouvant dans le même milieu, qui est ici de l'air humide, c'est la turgescence de la spore qui l'emporte comme dans les expériences citées plus haut à propos des spores immergées dans un liquide.

fois une nouvelle spore secondaire diminuée comme volume. A chaque germination, la masse vivante se trouve ainsi transportée plus loin de la longueur du tube germinatif. Dans la nature, ce mouvement de progression doit finir par amener la spore survivante en contact avec une substance nutritive, et alors le champignon reprend son évolution normale.

Il est à remarquer que le transport se fait dans le même sens pour toutes les spores. Le tube germinatif est, en effet, doué d'un phototropisme positif très accusé. Il suffit de mettre la lame devant une fenêtre bien éclairée pour voir tous les tubes germinatifs s'allonger parallèlement les uns aux autres dans cette direction.

Si on a placé la lame recouverte de spores assez loin de la surface de l'eau, c'est-à-dire dans une atmosphère moins humide que précédemment, on reproduit le second mode de sporulation déjà vu plus haut. La spore initiale donne un tube germinatif très court et il se forme à son extrémité une spore secondaire où tout le protoplasme vient se condenser. Le tube court est une baside, mais, ici encore et pour les mêmes raisons, il n'y a pas de déhiscence ou déhiscence lente sans projection.

Enfin, dans un milieu moins humide encore, mais non tout à fait sec, j'ai pu obtenir la forme des spores échinulées qu'on trouve très fréquemment dans les cultures âgées sur carotte (Voy. fig. 1, E). La présence de ces sortes de spicules à la surface des spores pourrait faire croire qu'il existe un dimorphisme conidien assez prononcé dans ce champignon. En réalité, ces formes singulières ne sont qu'un mode d'évolution particulier des spores ordinaires placées dans des conditions spéciales, et non pas une forme normale différente de celle des spores lisses que j'ai décrites jusqu'à présent.

L'observation directe de ces spores tend d'ailleurs à le montrer. En effet, les spores formées sur les basides dans les différents modes de sporulation que j'ai passés en revue sont toujours lisses. De même, les spores récemment projetées et recueillies sur lame n'ont jamais d'échinules à leur surface. Ce sont d'ailleurs des spores normales et arrivées à maturité complète, puisque placées dans un milieu nutritif elles y germent et

reproduisent le champignon dans le délai ordinaire. Ce n'est que sur des spores projetées depuis quelque temps et privées de nourriture et d'humidité, que les spicules apparaissent et il est tout naturel de penser qu'ils résultent d'une évolution de la spore postérieure à sa différenciation complète.

Les cultures sur lames de verre sèches m'ont permis de m'en assurer et de déterminer dans quelles conditions se forment ces spicules. En effet, dans une atmosphère peu humide (partie supérieure d'une cloche ou simplement dans l'atmosphère du laboratoire) et sur un substratum inerte comme le verre, on voit bientôt toutes les spores primitivement lisses se recouvrir de spicules.

Ces spicules sont de forme et de taille très variables (fig. 3, C). Tantôt ils n'ont que 2 à 3 μ de long, tantôt ils atteignent 15 à 20 μ. Même dans quelques cas exceptionnels, ils dépassent 40 μ. Ce sont des tubes fins limités par une fine membrane ; leur largeur varie de 1 à 3 μ. Sur une même spore ils sont tous sensiblement de même taille et ils semblent être d'autant plus gros qu'ils y sont moins nombreux. Le plus souvent ils sont terminés en pointe fine, mais quelquefois ils ont à leur extrémité un léger renflement sphérique ou aplati ; d'autres enfin sont limités par une pointe mousse. Le contenu de ces tubes paraît hyalin, mais au moyen de l'hématoxyline au fer, après fixation, on peut y mettre en évidence la présence d'une masse fortement colorable, qui semble bien être un noyau plus ou moins déformé par son déplacement dans ce tube étroit. Ce noyau occupe souvent la base élargie du spicule (fig. 3, C, *a* et *b*), mais on peut le rencontrer à toutes les places dans le spicule, notamment à son extrémité. Quelquefois il y a deux noyaux, soit à la suite l'un de l'autre, soit dans chaque branche, si le spicule est exceptionnellement ramifié, comme c'est le cas de la figure 3, C, *c*.

La production presque constante de ces spicules sur des spores placées en milieu peu humide et non nutritif montre bien qu'ils résultent d'un mode spécial de germination que nous n'avions pas encore observé jusqu'à présent. La spore qui, dans les conditions ordinaires, ne donne qu'un nombre restreint de tubes germinatifs, toujours très gros relativement,

en donne ici un nombre très grand et chacun d'eux est très fin. Leur évolution est, d'ailleurs, très rapidement arrêtée à cause des conditions de germination défavorables. Ils s'atrophient à leur extrémité, le fin canalicule qu'ils présentent s'obstrue plus ou moins par suite de l'épaississement de la membrane. Les spores échinulées ne sont donc pas autre chose que des spores ayant subi une germination exceptionnelle et bientôt arrêtée.

Ces mêmes spores sont, d'ailleurs, capables de germer à la façon normale, car, transportées dans un milieu humide et nutritif, elles donnent lieu au même développement que les spores lisses, quoique avec un retard de germination très sensible par rapport à celles-ci. Il faut sans doute attribuer ce retard au durcissement plus grand de la membrane de ces spores qui ont séjourné dans une atmosphère relativement sèche.

Il arrive d'ailleurs quelquefois dans les cultures sur lame de verre que certains spicules évoluent en tubes germinatifs véritables. On voit, en effet, dans certains cas quelques spicules (2 ou 3 par spore), s'allonger beaucoup, tandis que les autres restent courts. Ils donnent des tubes parfois très longs (jusqu'à 400 μ) et très fins (2 μ), le plus souvent rectilignes (fig. 3, D). Quelques-uns produisent à leur extrémité une spore ronde qui est toujours de petite taille (15 μ de diamètre), mais le plus souvent ils se dessèchent, les membranes se contractent, la lumière interne du tube disparaît et on aperçoit sur la culture des fils très fins qui sont, en somme, des spicules démesurément allongés. Sur le trajet de ces fils ténus subsistent des renflements qui correspondent aux membranes transversales qui ont conservé au tube son diamètre primitif (fig. 3, D).

Enfin, il est un dernier mode d'évolution des spores échinulées fort curieux, qui se présente parfois dans ces cultures sur lame de verre, en milieu peu humide, pour les spores ayant des spicules relativement gros et en petit nombre. Chacun d'eux se renfle à son extrémité sans s'allonger davantage et donne une spore de petite taille, un peu pyriforme. Tout le protoplasme de la spore initiale émigre dans ces spores secondaires d'une nouvelle sorte qui sont bientôt projetées à une

faible distance, car les spicules évoluent en basides plus ou moins nettement formées (fig. 3, E). La spore origine s'affaisse complètement vidée.

Le nombre des spores secondaires ainsi formées est variable. Il ne s'en fait quelquefois que 3 ou 4, mais on peut aussi en

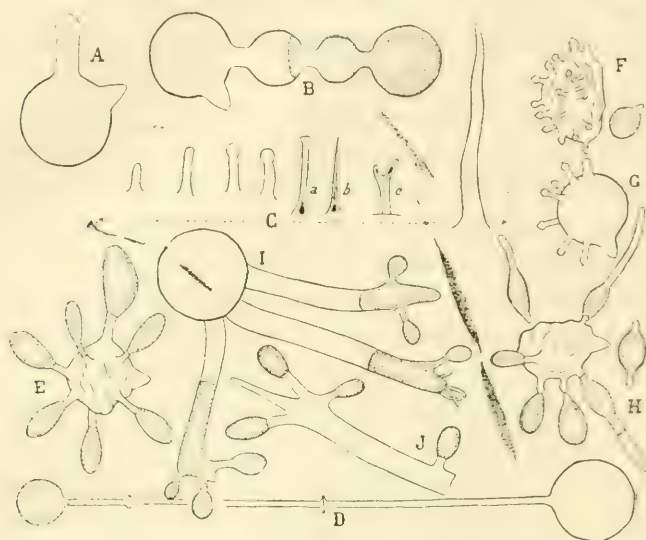


Fig. 3. — A, spore et baside vides ayant projeté une spore secondaire. — B, formation de spores successives germant avant d'être projetées. — C, différentes formes de spicules; *a*, *b*, *c*, spicules pourvus de noyaux. — D, développement exagéré d'un spicule en milieu peu humide. — E, spore vide et affaissée ayant donné des spores en couronne. — F, G, spores ayant donné des spores en couronne sur de petites basides placées latéralement. — H, spore ayant donné des spores en couronne qui germent. — I, J, production de spicules et de spores en couronne provoquée artificiellement sur des filaments. (Grossissement = 780 pour C et 360 pour les autres figures.)

compter souvent de 15 à 20 autour d'une spore mère. Elles se produisent le plus souvent sur toute sa surface libre, mais quelquefois aussi toutes sont accumulées du même côté (fig. 3, F, G).

Les petites spores germent elles-mêmes très rapidement et n'ont pas besoin d'une grande humidité, puisque sur la lame même où elles se sont produites, et sans qu'on les transporte dans un nouveau milieu, elles donnent un tube germinatif étroit et allongé (fig. 3, H).

Ces formations singulières de spores secondaires ne sont pas autre chose qu'un cas particulier du fait signalé précédemment

de spicules s'allongeant beaucoup et donnant une petite spore à leur extrémité. Ici tous les spicules entrent en action, mais ils restent courts et produisent de suite chacun une petite spore. Il s'agit très nettement, dans ce dernier cas, des *spores en couronne* déjà signalées par Costantin et qui ont valu au champignon son nom d'espèce (1).

Ce n'est d'ailleurs pas seulement les spores échinulées qui peuvent ainsi entrer en sporulation immédiate et donner la forme de spore couronnée. La figure 3, I et J, représente un cas de sporulation qui se produit quelquefois quand on fait passer brusquement une lame chargée de spores d'un milieu très humide dans un autre qui l'est beaucoup moins. Le gros tube germinatif formé dans le premier milieu, donne de suite des rameaux fins qui se terminent en petites spores où s'accumule tout le protoplasme. C'est évidemment une forme de sporulation assez analogue à celle des spores en couronne et elle se produit sous l'influence des mêmes causes.

§ 6. Rareté du « Delacroixia » dans la nature. — Fragilité des spores. — Absence des œufs.

Nous venons d'étudier l'évolution du *Delacroixia* dans des milieux et sous des conditions physiques variés et la conclusion qui se présente à l'esprit c'est que c'est une forme bien adaptée à la vie saprophytique. Sa rapidité de germination et de croissance lui permet d'envahir en peu de temps un milieu nutritif et de s'assimiler rapidement une grande quantité de matériaux qui augmentent sa masse vivante. D'autre part, aussitôt que le milieu devient impropre à sa vie et dangereux pour lui,

(1) Je dois dire que je n'ai jamais rencontré de spores en couronne dans les cultures en tube de carotte ou dans les cultures larges. En revanche, les spores échinulées y sont très abondantes au bout de quelques jours et donnent au voile une teinte un peu plus foncée qu'au début. On comprend facilement que des conditions assez semblables à celles réalisées ici sur les lames à sec se produisent bientôt dans les tubes de culture, grâce à la présence du voile qui empêche la vapeur d'eau de venir saturer l'espace vide, et grâce aussi à l'entassement des tubes mycéliens et des basides vides qui isolent les nouvelles spores projetées du substratum nourricier. Il est possible même, qu'il s'y forme des spores en couronne, bien que je ne les y aie jamais observées.

il peut, par des séries de sporulations répétées à de très courts intervalles (spores secondaires), atteindre très vite l'atmosphère. Là, la spore où s'est condensée toute la partie vivante du champignon est projetée et court ainsi la chance de rencontrer dans sa chute un nouveau milieu nutritif où la même évolution recommencera.

Même si ce dernier cas n'est pas réalisé et que la spore projetée tombe sur un support inerte, nous avons vu que le champignon, pourvu qu'il rencontre un peu d'humidité, peut encore survivre en donnant de nouvelles générations de spores (spores secondaires, spores en couronne) qui, plus petites et plus mobiles, auront chance d'assurer sa persistance.

Il semblerait donc que l'énorme puissance de sporulation du *Delacroixia*, son aptitude à accepter les milieux les plus variés, à les fuir quand ils deviennent toxiques ou insuffisants, devraient lui assurer une grande extension. C'est pourtant un champignon rare, qui, à ma connaissance, n'a été vu jusqu'ici qu'à deux reprises.

On peut invoquer plusieurs causes pour expliquer cette rareté : c'est d'abord la grosseur et le poids relativement grand des spores. Elles ne peuvent rester en suspension dans l'air comme des spores de *Penicilium* ou d'*Aspergillus* et ainsi les mouvements de l'atmosphère ne sauraient contribuer à leur dispersion. De plus, dès qu'elles ont touché un support, même très lisse comme une lame de verre, elles y adhèrent assez fortement et ne peuvent plus être reprises et transportées plus loin par le vent, si par hasard le milieu rencontré ne leur convient pas.

Mais une raison qui à mes yeux est plus importante encore pour expliquer la rareté du *Delacroixia*, est la grande fragilité des spores. Nous avons vu que les spores aussitôt projetées entrent en germination si elles trouvent un milieu nutritif ou simplement assez humide. Si ce degré d'humidité leur fait défaut, très rapidement elles deviennent incapables d'aucune germination ultérieure, même dans les meilleures conditions d'humidité et de nutrition.

L'examen des spores pouvait faire prévoir ce résultat. Leur membrane est très mince et protège mal le protoplasme inté-

rieur contre la dessiccation. J'ai pu le vérifier directement par l'expérience et déterminer la durée du pouvoir germinatif dans quelques conditions bien déterminées. Les spores reçues sur une lame de verre sèche sont abandonnées pendant un temps variable dans une enceinte desséchée ou même dans l'atmosphère du laboratoire. On les porte ensuite dans l'eau où d'ordinaire elles germent facilement, ou mieux dans un liquide nutritif (jus de carotte). Dans ces conditions, on constate qu'une dessiccation de 12 heures suffit pour empêcher un grand nombre de spores de germer. Après 24 heures, sur plusieurs centaines que porte une lame, quelques-unes seulement émettent un tube germinatif. Enfin, au bout de 10 jours de séjour dans un air sec, toutes les spores sont mortes et incapables d'évoluer.

On voit combien peu de temps persiste le pouvoir germinatif des spores du *Delacroixia*. Cette fragilité est loin d'atteindre celle qui a été signalée par Eidam pour le *Basidiobolus*, dont les conidies ne résistent pas à une dessiccation de 10 minutes. Elle est toutefois très accusée relativement à celle des spores des Mucédinées les plus communes. Les spores du *Delacroixia* ne sont donc nullement des organes de conservation, mais simplement des organes de multiplication, des *conidies* en un mot. De plus, nous avons vu qu'elles sont fort mal adaptées pour une dispersion dans l'espace, malgré la projection par les basides. On comprend donc que le champignon soit toujours très étroitement localisé, et que sa facilité à se nourrir aux dépens des milieux les plus variés n'a pu suffire à lui assurer une ubiquité comparable à celle des Mucorinées ou des Mucédinées les plus communes.

Cette fragilité des spores, jointe aux difficultés que présente leur dispersion, font douter que le champignon puisse subsister sans le secours d'autres organes mieux adaptés à une conservation facile. Il est bien probable que nous ne connaissons qu'une faible partie de son cycle évolutif et qu'il produit dans des conditions inconnues encore des œufs ou des spores durables.

Les Entomophthorées saprophytes étudiées jusqu'ici, le *Conidiobolus* et le *Basidiobolus*, produisent facilement des œufs en culture artificielle. Le *Delacroixia* n'en donne jamais dans ces conditions. Le fait avait déjà été constaté par Costantin. Je puis

le confirmer ici. J'ai observé le *Delacroixia* pendant un an et demi et je l'ai placé dans les conditions les plus variées, espérant voir se produire une fécondation ou un œuf résistant. Des cultures nombreuses sur milieux très pauvres ou dans de mauvaises conditions physiques (froid, air raréfié, cultures contaminées) ou bien n'ont rien donné, ou bien ont abouti à la formation des différents types de spores que j'ai déjà décrits.

§ 7. Essais d'infections artificielles.

Le *Delacroixia* semble donc bien incapable de donner sur milieu artificiel autre chose que la forme saprophyte à conidies. J'ai employé pour la recherche des œufs une dernière méthode : celle des infections sur des êtres vivants. Je dois dire tout de suite qu'elle ne m'a encore donné, de même qu'à Costantin, aucun résultat positif. Toutefois, elle m'a fourni certaines indications qui tendent à confirmer l'hypothèse que le *Delacroixia* présente en dehors de sa vie saprophytique un stade de parasitisme qui assure sa persistance. En dehors de l'intérêt botanique qu'il y aurait à connaître le cycle évolutif complet de cette Entomophthorée un peu aberrante, on comprend le grand avantage qui peut en résulter dans la lutte contre certains insectes ou animaux nuisibles. C'est pourquoi j'exposerai ici dès maintenant les observations que j'ai pu faire, bien qu'elles soient encore fort incomplètes et que je n'aie pu encore leur donner l'extension que j'aurais désirée à cause de la pénurie des insectes pendant l'hiver.

Toutes les Entomophthorées connues ont un stade de vie pendant lequel elles habitent des êtres vivants. Pour beaucoup même on ne connaît que ce stade. Le *Conidiobolus* et le *Basidiobolus*, que leur faculté de pousser en milieu artificiel rapproche du *Delacroixia*, sont parasites : le premier vit sur les Trémellinées, le second dans l'intestin des grenouilles et des lézards. Il n'a pas été fait depuis Brefeld de nouvelles recherches sur le parasitisme des *Conidiobolus*, mais les travaux récents de Lœwenthal [03] ont montré que le lézard n'est pas un simple collecteur occasionnel pour le *Basidiobolus Lacertæ* et que le champignon, après avoir subi une active multiplication

dans l'estomac de son hôte, forme des kystes résistants (*Darmform*) dans son intestin. On sait aussi que Giard [89] a émis l'hypothèse que le *Basidiobolus* des grenouilles est une forme de l'*Entomophthora Calliphoræ*.

Il y a donc, outre les raisons théoriques exposées plus haut et fondées sur l'absence des œufs et la fragilité des spores du *Delacroixia*, des raisons d'analogie pour penser que ce champignon doit avoir aussi un stade de vie parasitaire. Malheureusement les conditions dans lesquelles on l'a trouvé jusqu'ici ne donnent pas beaucoup de renseignements sur son hôte éventuel et j'ai dû opérer un peu au hasard dans mes recherches. De plus, la saison avancée ne m'a permis d'expérimenter que sur un nombre restreint d'animaux.

Mes recherches ont porté sur des mouches (*Musca domestica*, *Calliphora vomitoria*) à l'état adulte et larvaire, sur des larves de *Bibio*, sur des Cloportes et surtout sur des Blattes (*Blatta germanica*, *Periplaneta orientalis*). Sur aucun de ces animaux je n'ai pu obtenir d'infection ayant sûrement amené leur mort.

Quand on met des Blattes affamées par un jeûne de quelques jours dans un vase contenant des morceaux de carotte sur lesquels a poussé le *Delacroixia* ou de la farine mélangée à des spores, elles mangent avidement et absorbent ainsi des spores en grand nombre, mais dans ces conditions elles ne meurent pas plus vite que les animaux témoins. J'ai ouvert les Blattes infestées ainsi par leur tube digestif. Dans beaucoup d'entre elles, les spores avalées sont visiblement attaquées, mais un assez grand nombre semblent encore intactes. De fait, j'ai pu retirer fréquemment du jabot, du gésier ou de l'estomac, des spores qui ont germé. Mais jamais celles de l'intestin ne m'ont montré trace d'évolution. Il semble donc que le *Delacroixia* ne puisse normalement traverser le tube digestif des Blattes sans être tué (1). Ce n'est donc pas par cette voie qu'il peut les infester.

Je n'ai d'ailleurs pu découvrir aucun autre point de pénétra-

(1) Il n'en est pas de même pour les grenouilles. Je leur ai fait avaler des morceaux de carotte recouverts de spores et j'ai retrouvé dans les excréments qu'elles ont rejetés, en dehors de filaments et de spores manifestement tués et en partie digérés, des spores en bon état qui ont très bien germé.

tion sur le vivant. Mais, si on laisse une Blatte morte en contact avec des spores, on la trouve bientôt remplie des filaments de l'Entomophthorée. En particulier, les muscles de l'abdomen, du thorax et des pattes sont complètement envahis. Au bout de très peu de temps (un jour ou deux) il s'est fait une véritable pseudomorphose, le champignon s'étant substitué aux muscles qu'il a digérés.

Par où s'est faite la pénétration ? Il est difficile de le dire. Peut-être les spores du tube digestif non encore atteintes se sont développées après la mort de l'animal ; plus vraisemblablement, sans doute, l'infection vient du dehors. Les filaments percent la cuticule aux points où elle offre le moins de résistance, aux articulations. Il semble même qu'ils pénètrent de préférence à la partie inférieure du thorax, là où le premier article des pattes protège le corps et où par suite la chitine est très mince : ce qui semble le prouver, c'est que si on suit l'extension du champignon dans le corps de la Blatte, on voit qu'il s'étend toujours du thorax dans les pattes, envahissant d'abord les articles proximaux pour gagner ensuite les plus éloignés.

L'allure du champignon qui attaque ainsi le cadavre de la Blatte n'est pas sans présenter quelque intérêt. On le trouve toujours sous sa forme mycélienne et il ne forme des spores qu'à l'extérieur, au niveau des articulations, lorsqu'il a réussi à percer la carapace. Ce mycélium ne ressemble pas, d'ailleurs, à celui obtenu en culture artificielle. Il est formé d'éléments séparés, peu ou pas ramifiés, généralement peu allongés (fig. 4, A). Peut-être ces sortes de boudins résultent-ils de la désarticulation des articles à mesure qu'ils se forment. En tout cas, ils présentent une assez grande analogie avec le mycélium de l'*Empusa* qui remplit le corps des mouches envahies. J'ai pu observer encore ce même aspect du mycélium dans une Guêpe et des Cloportes envahis par le champignon après leur mort.

Ces expériences et observations montrent évidemment que la Blatte n'est pas l'hôte normal du *Delacroixia*, mais elles semblent prouver que son immunité vis-à-vis de lui tient plutôt aux moyens de défense extérieurs de l'insecte qu'à une incapacité du champignon à vivre dans ses tissus. Mlle Filatof [03] a déjà insisté sur la grande résistance offerte par les parois

digestives des Blattes à la pénétration des parasites et sur la puissance de destruction de leurs sucs digestifs pour diverses bactéries. On comprend donc que les spores ingérées ne se développent pas et n'amènent pas l'envahissement de l'insecte, mais la grande rapidité d'extension du *Delacroixia* dans les muscles de l'animal mort, son mode de croissance rappelant celui de l'*Empusa* font penser qu'il pourrait fort bien s'attaquer à un insecte qui lui offrirait une porte d'entrée moins résistante que les Blattes.

§ 8. Observations cytologiques sur le « Delacroixia ».

La facilité avec laquelle pousse le *Delacroixia* permet de l'obtenir à volonté à tous les stades de son développement. J'ai donc pu en faire une étude cytologique assez détaillée. Les travaux de Eidam [87], Vuillemin [90, 95], Cavara [99], Raciborski [96], Fairchild [96], Lœwenthal [03], nous ont déjà fait connaître assez exactement la structure intime des Entomophthorées. Aussi je ne signalerai ici que les particularités les plus importantes que j'ai remarquées ou celles qui me paraissent propres au *Delacroixia*.

1° *La membrane*. — La membrane du *Delacroixia* est toujours très mince. Elle s'épaissit légèrement sur les kystes signalés plus haut et sur les spores ; enfin, les spores échinulées ont elles-mêmes une membrane un peu plus épaisse que les spores lisses.

Cette membrane est très souple et jamais rigide. Nous en avons eu une preuve dans les mouvements variés que peuvent subir la columelle de la baside et la papille de la spore. Malgré cela la membrane est assez fragile, surtout celle des filaments mycéliens ; le simple fait de transporter une touffe de filaments dans une goutte d'eau en fait se rompre un grand nombre qui laissent échapper leurs granulations.

Au point de vue de sa nature chimique, la membrane ne présente pas la réaction de la cellulose. Si l'on vient à traiter par le chlorure de zinc ou le chlorure de calcium iodés un léger fragment de carotte et les filaments qui y adhèrent, seule la membrane des cellules de la carotte se colore en bleu ou en

bleu violet, alors que les filaments souvent logés dans ces cellules restent incolores.

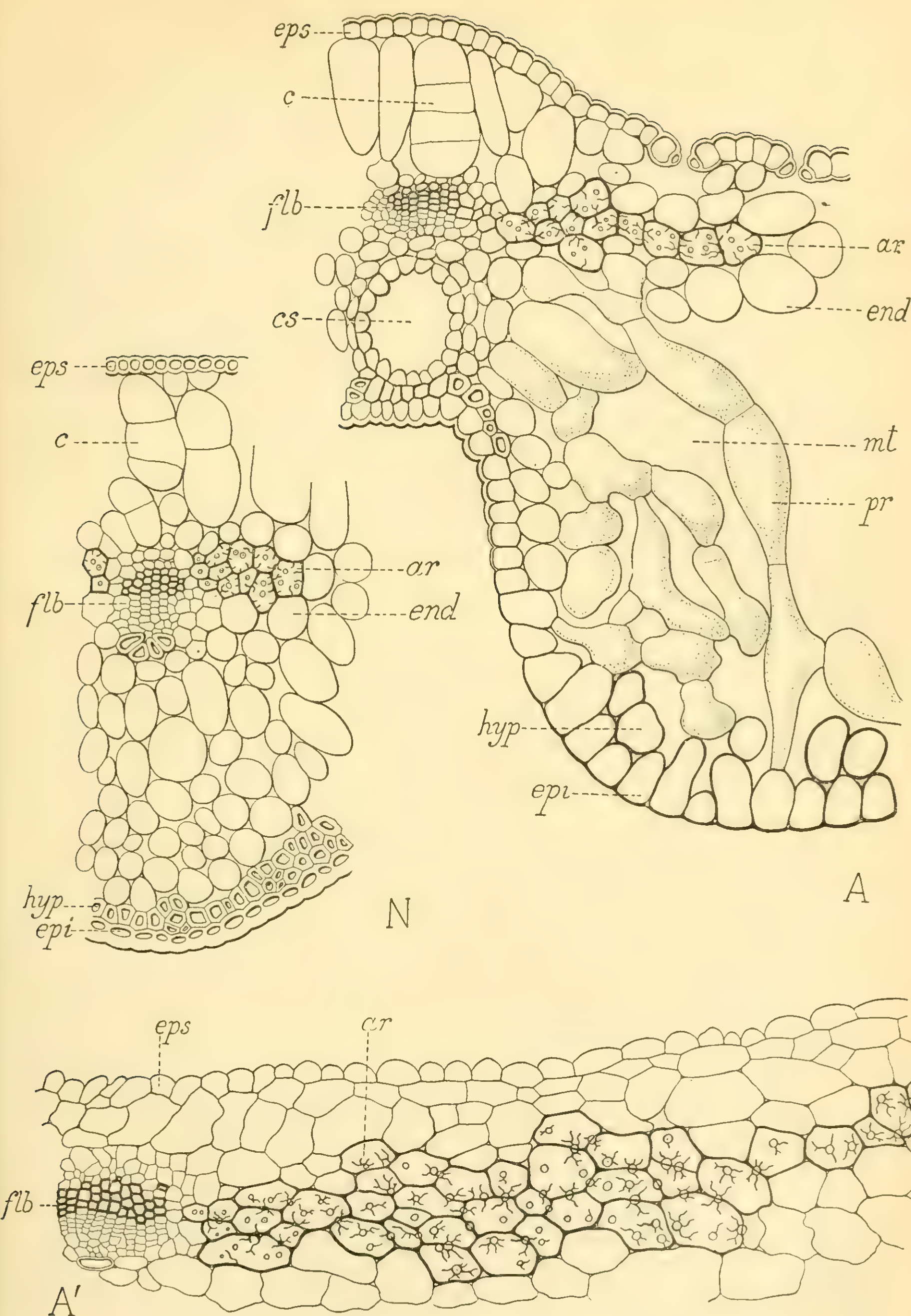
De même, le rouge de ruthénium qui colore vivement les membranes de la carotte n'agit pas sur celles du champignon, ce qui indique pour ces dernières l'absence de composés pectiques.

Avec le bleu d'aniline l'on n'obtient pas non plus la coloration de la membrane, sauf cependant pour la portion annulaire qui est située immédiatement au-dessous du chapeau de la baside et qui se teint en bleu ciel. Il est intéressant de remarquer que c'est cette portion de la baside qui s'affaisse sur elle-même dès que la déhiscence lente s'est produite; il est fort probable que le fait tient à la structure chimique spéciale de la membrane en cet endroit.

Les colorants des matières azotées, l'hématoxyline, la fuchsine, se fixent énergiquement sur les membranes. L'iode les teint en jaune clair.

Je n'ai pu essayer sur le *Delacroixia* les réactions de la chitine indiquées par Van Wisselingh [98] et ne puis dire s'il en renferme. En tout cas, l'ensemble des réactions précédentes semble indiquer dans la membrane la présence d'une substance azotée, l'absence de composés pectiques et de cellulose, la localisation de la callose en des points nettement délimités.

2° *Le protoplasme et ses granulations.* — Si on cherche à examiner le protoplasme sur un filament vivant de *Delacroixia*, il est difficile de se faire une idée exacte de sa constitution à cause de la grande abondance des granulations de nature variée qu'il renferme. Ce n'est qu'aux extrémités des jeunes filaments en voie de croissance qu'il en est dépourvu. Là il apparaît comme une substance très hyaline et homogène, puis il se charge de granulations fines dont le nombre et le volume augmentent de plus en plus quand on s'éloigne du point de croissance (fig. 4, B). Dans les filaments jeunes, par exemple dans les tubes germinatifs qui sortent des spores, le protoplasme remplit exactement le tube mycélien et on peut y constater l'existence de mouvements internes qui provoquent le déplacement des granulations ; mais bientôt la masse homogène se creuse de vacuoles qui s'accroissent avec l'âge du



C. Houard. del. Masson et Cie, Éditeurs.

Cécidies du Juniperus Sabina.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

TABLE DES PLANCHES

ET FIGURES DANS LE TEXTE CONTENUES DANS CE CAHIER

Corbeil. Imprimerie Ed. Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — Nos 3, 4 et 5.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1905

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en juillet 1905.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. Ph. van Tieghem.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. Edmond Perrier.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. Hébert, et pour la partie paléontologique, par M. A. Milne-Edwards.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume .... 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles*.

Prix des collections.

Première série (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*)
Deuxième série (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Troisième série (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Quatrième série (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Cinquième série (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Sixième série (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
Septième série (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
Géologie, 22 volumes.		330 fr.

filament; peu à peu ces vacuoles constituent, par leur réunion dans la région proximale, une grande vacuole qui repousse le protoplasme vivant et homogène vers l'extrémité du filament.

Sur des échantillons fixés au picroformol de Bouin et colorés au vert lumière, la structure du protoplasme apparaît plus nettement, car les granulations ne prennent pas le colorant. Dans ces conditions, le protoplasme se montre sous l'aspect d'un réticulum assez régulier formé d'une substance colorable au vert lumière; l'hyaloplasme maintenu dans les mailles est moins coloré (fig. 4, C, D, H). Cette structure, facilement visible dans les jeunes filaments, se retrouve dans les spores (fig. 4, E). Cavara [99], qui a étudié à ce point de vue un certain nombre d'Entomophthorées, signale chez elles la même structure, observée, d'ailleurs, après un mode de fixation différent.

Les granulations si nombreuses dans le protoplasme sont très variables de forme, de dimensions et aussi de nature chimique. Elles se présentent sous forme de grains réfringents, à contours arrondis, dont la taille peut atteindre 3 μ. Ces grains sont très nettement délimités, mais on ne saurait admettre pour eux la présence d'une membrane propre. Ce sont simplement les différences de tension superficielle entre eux et le protoplasme qui les maintiennent isolés et comme en émulsion. Cette émulsion est détruite en partie par l'adjonction à la préparation d'une goutte d'acide lactique ou de glycérine. On voit alors certaines granulations s'agglomérer et se souder en amas plus considérables.

Toutes les granulations protoplasmiques n'ont pas, d'ailleurs, la même constitution. Certaines sont formées de substances grasses que les vapeurs d'acide osmique colorent en noir (fig. 4, F). Elles sont particulièrement abondantes dans les spores.

D'autres se colorent en jaune d'or par l'iode et fixent énergiquement l'hématoxyline, la fuchsine et, en général, tous les colorants des matières azotées.

Enfin, j'ai pu mettre en évidence parmi les granulations protoplasmiques la présence de corpuscules métachromatiques, qui, à ma connaissance, n'avaient pas encore été signalés dans les Entomophthorées. Peut-être faut-il regarder comme tels

les granulations signalées par Cavara [99] dans le protoplasme de l'*Empusa Muscæ* qui sont capables de prendre les colorants nucléaires. En tout cas, il est facile de les caractériser dans le *Delacroixia*. Après fixation au picroformol et par des colorations à l'hémalum ou mieux au bleu polychrome et régression

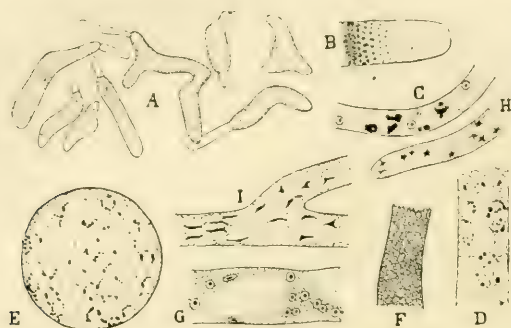


Fig. 4. — A, différentes formes de filaments isolés, retirés d'une patte de Blatte. — B, extrémité d'un filament en voie de croissance. — C, filament jeune montrant la structure réticulée du protoplasme ; noyaux et corpuscules métachromatiques. — D, filament avec corpuscules métachromatiques groupés dans des vacuoles. — E, spore montrant la structure réticulée du protoplasme qui contient quelques corpuscules métachromatiques. — F, filament avec gouttelettes huileuses. — G, noyaux arrondis et noyaux étirés. — H, noyaux étoilés sans membrane. — I, noyaux déformés par des déplacements protoplasmiques. (Grossissement = 130 pour A, et 780 pour les autres figures.)

dans un mélange de glycérine et d'éther on aperçoit, souvent en grande abondance, des grains qui tranchent par leur couleur rouge sur le fond bleu de la préparation. Ils sont isolés et alors souvent entourés d'une auréole claire ou bien groupés en grand nombre dans une sorte de vacuole dont ils occupent les parois (fig. 4, D). Généralement de petite taille et arrondis, ils peuvent parfois former des masses plus grandes de 3 à 4 μ de large à contours irréguliers. Ils semblent alors résulter de la soudure de granules plus petits. Dans les spores où ils existent aussi, ils sont en général isolés (fig. 4, E).

3° *Le noyau.* — Je me suis attaché plus particulièrement à l'étude des noyaux. Dans un travail récent, Cavara [99] a insisté sur l'importance des noyaux pour la détermination et la délimitation des groupes dans les Entomophthorées. Il a pu ainsi séparer très nettement les deux genres souvent confondus des *Entomophthora* et des *Empusa*. Dans le premier, il existe un

seul noyau par segment et par conidie ; dans le second, il y a un grand nombre de noyaux dans chaque conidie et dans chaque segment, qui est ainsi un article.

C'est à ce dernier groupe qu'appartient le *Delacroixia*. On peut mettre les noyaux en évidence par la méthode de coloration à l'hématoxyline ferrique après fixation au picroformol ou à la liqueur de Perenyi. Toutefois, on ne les observe avec une grande netteté que dans les filaments où les granulations sont rares, car ces dernières fixent fortement l'hématoxyline.

Les noyaux se présentent le plus souvent sous la forme de petites sphères de 2 à 3 μ de diamètre, limitées par une fine membrane. Leur masse est formée d'une substance hyaline peu colorable, au centre de laquelle se trouve un globule arrondi fixant énergiquement l'hématoxyline. C'est la structure ordinaire des noyaux des levures et de beaucoup d'hyphomycètes. Ils sont plongés dans le protoplasme et souvent réunis en groupe (fig. 4, G).

La substance qui les forme est très plastique et la membrane limitante très élastique, car, s'il arrive qu'ils soient entraînés par les mouvements protoplasmiques dans un espace restreint (par exemple, entre une vacuole et la membrane du filament), ils s'allongent et prennent une forme elliptique très aplatie (fig. 4, G).

La structure précédente est celle du noyau au repos, mais il arrive fréquemment d'observer d'autres aspects nucléaires. Souvent le noyau se montre dépourvu de membrane et réduit à une masse chromatique fortement colorable d'aspect étoilé dont les branches sont orientées suivant les mailles du réseau protoplasmique (fig. 4, H). A cet état, le noyau est encore très plastique, car, dans les filaments où le réseau est manifestement étiré dans une direction déterminée, les noyaux s'allongent alors en filaments étroits (fig. 4, I). De même, lorsqu'un noyau s'engage dans les spicules des spores échinulées, on le voit s'étirer et se mouler sur la cavité interne du spicule (fig. 3, C, *a* et *b*).

Dans les spores les noyaux sont fort nombreux. Ils ont la structure en étoile sans membrane nette.

Je n'ai pas réussi, à cause de la petitesse des noyaux, à voir

des divisions nucléaires authentiques et ne puis indiquer suivant quel mode elles se produisent.

§ 9. Affinités du « Delacroixia ».

Il est peut-être prématuré de vouloir donner une idée des affinités du *Delacroixia* dans la famille des Entomophthorées, surtout si, comme je le pense, nous ne connaissons qu'une partie de son cycle évolutif. La découverte des œufs de ce champignon donnera sans doute des indications précieuses à cet égard. Toutefois, ce qu'on connaît de son genre de vie et de son appareil végétatif et conidien permet de lui assigner une place déterminée parmi les formes de cette famille où, pour beaucoup d'entre elles, on est beaucoup moins bien renseigné.

Le *Delacroixia*, par son aptitude à vivre sur des milieux nutritifs inertes, se range naturellement à côté des *Conidiobolus* et des *Basidiobolus*. Ce dernier, ainsi que l'ont montré les travaux de Fairchild [96], de Raciborski [96] et de Lœwenthal [03], se place tout à fait à part dans les Entomophthorées, à cause de sa structure cytologique, de ses réactions en présence de différents milieux nutritifs et de son mode de conjugaison. C'est un véritable être monocellullaire vivant en colonies que Raciborski rapproche des Chytridinées et Lœwenthal des Protistes. Nous avons vu, en outre, que la structure de ses basides et son mode de projection des spores, décrits par Eidam [87], lui sont bien spéciaux et ne se rencontrent que chez lui.

Le *Delacroixia*, par sa structure en articles pourvus de nombreux noyaux, à cause du mode de projection de ses spores, s'éloigne nettement de lui. Au contraire, il me paraît se rapprocher étroitement du *Conidiobolus* par son habitat probable dans la nature, par son mode de végétation en cultures artificielles, par la formation et la projection de ses spores. Je ne saurais dire si l'analogie se poursuit jusque dans la structure cytologique, car elle n'a pas été étudiée pour le *Conidiobolus*.

Malgré ces ressemblances, le *Delacroixia* mérite cependant

de former un genre différent de celui du *Conidiobolus*. L'absence des œufs en culture artificielle, la haute différenciation des basides, et surtout le mode d'évolution des spores ordinaires en spores échinulées et spores en couronne, justifient pleinement la création d'un genre et d'une espèce pour cette forme que Costantin a le premier découverte et dénommée (1).

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de l'École normale supérieure, sous la direction de M. Matruchot, à qui j'exprime ici mes vifs sentiments de reconnaissance pour l'hospitalité qu'il a bien voulu m'y donner.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1884. BREFELD (O.), *Untersuchungen aus den Gesammtgebiete der Mykologie*, VI.
1899. CAVARA (F.), I nuclei delle Entomophthoreæ in ordine alla filogenesi di queste piante. *Bull. d. Soc. bot. ital.*
1899. CAVARA (F.), Osservazioni citologiche sulle Entomophthoreæ. *Nuovo Giorn. bot. ital.* (Nuova Serie), VI.
1897. COSTANTIN (J.), Sur une Entomophthorée nouvelle. *Bull. Soc. mycol. de France*, XIII.
1887. EIDAM (ED.), Basidiobolus, eine neue Gattung der Entomophthoraceen. *Cohn's Beiträge*, IV.
1896. FAIRCHILD (D.-G.), Ueber Kerntheilung und Befruchtung bei Basidiobolus Ranarum Eid. *Pringsheim's Jahrbüch.*, XXX.
1904. FILATOFF (E.-D.), Ueber das Verhalten einiger Bakterienarten zu dem Organismus der Bombyx Mori (L) und der Periplaneta orientalis bei artificieller Infection derselben. *Centralbl. f. Bakt.*, IIe Abt, Bd XI.
1889. GIARD (A.), Sur quelques types remarquables de champignons entomophytes. *Bullet. de la France et de la Belgique*, 3e série, II.
1895. LESAGE, Formation lente, distribution et propriétés de la vapeur d'eau dans une enceinte fermée. *Association française pour l'avancement des Sciences* (Congrès de Bordeaux).
1903. LŒWENTHAL, Beiträge zur Kenntnis des Basidiobolus Lacertæ. *Archiv für Protistenkunde.*
1896. RACIBORSKI (M.), *Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus Ranarum.* Flora.
1890. VUILLEMIN (P.), *Titres et travaux scientifiques.* Paris.
1895. VUILLEMIN (P.), *Deuxième notice sur les travaux scientifiques.* Nancy.
1898. WISSELINGH (C. VAN), Microchemische Untersuchungen über die Zellwände der Fungi. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXXI.

RECHERCHES

SUR

LES BOURGEONS DES ARBRES FRUITIERS

Par M. E. GOUMY [1]

INTRODUCTION

Tous les horticulteurs ont essayé de régulariser et d'augmenter les productions des arbres fruitiers. Les plus habiles d'entre eux, après une observation rigoureuse et souvent fort bien faite des caractères extérieurs des diverses parties des arbres à fruit, ont effectué de nombreuses expériences sur les transformations que ces parties peuvent subir. Ils ont pu établir ainsi un certain nombre de règles et de principes relatifs à la culture et surtout à la taille des arbres de nos vergers.

Ces arbres ne fructifient pas dès la première année de leur existence. Alors que la plante herbacée annuelle ne présente que des ramifications développées dans une seule période de végétation, et une seule fructification, l'arbre fruitier ne donne des fruits qu'après s'être constitué, parfois en plusieurs années, une charpente capable de les supporter.

Les arboriculteurs ont parfaitement reconnu qu'il y a une relation entre la production fruitière et la production rameuse annuelle de l'arbre, entre les rameaux à fleurs et les rameaux à bois. Ce rapport, nul d'abord, puisque dans les premières années l'arbre ne produit pas de fruit, va peu à peu en croissant pour l'arbre adulte à mesure que sa fructification devient

plus abondante et finit par se renverser dans l'arbre vieilli lorsque l'arbre donne d'autant plus de fleurs qu'il produit moins de bois.

La taille a pour but de maintenir à ce rapport une valeur sensiblement constante. En exagérer l'un des termes, c'est sacrifier la récolte à la beauté du sujet, ou inversement ruiner l'arbre en exigeant de lui en une seule année une excessive production.

La taille doit être raisonnée.

Guidés par les seuls caractères extérieurs, la plupart des arboriculteurs la pratiquent aujourd'hui selon certains principes empiriques dont la valeur réelle ne peut se mesurer qu'aux résultats obtenus.

Il nous a paru intéressant de rechercher s'il ne serait pas possible de découvrir une méthode rationnelle de taille, fondée sur l'observation des caractères anatomiques des plantes à fruits.

Comme il peut se faire que des productions rameuses placées dans certaines conditions se transforment en productions fruitières et inversement, il est évident que la recherche des méthodes de taille rationnelle doit reposer sur la connaissance des conditions dans lesquelles ces transformations peuvent s'accomplir. Il est clair d'autre part que cette méthode est subordonnée à la connaissance parfaite des organes capables de subir ces transformations.

Au nombre de ces organes et en première ligne se place le bourgeon à fruit. C'est donc par l'étude complète du bourgeon à fruit que nous commencerons la série de nos recherches.

M. Daniel, en accomplissant ses remarquables travaux sur la greffe, a été tout naturellement amené à parler des productions fruitières. Nous avons puisé dans ses ouvrages d'excellents renseignements et leur lecture nous a encouragé à persévérer dans l'idée que nous avions eue de commencer une série de recherches dont le présent travail n'est que l'introduction (1).

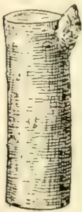
(1) Peu d'auteurs ont recherché jusqu'ici les caractères particuliers des productions fruitières et la question a été peu étudiée au point de vue scientifique. Nous citerons ces auteurs au cours de notre travail.

Voulant examiner en détail et avec une scrupuleuse attention l'organisation du bourgeon à fruit, nous nous sommes adressés d'abord à une seule espèce : *Pirus communis*; nous avons suivi sur de nombreux sujets le développement de ce bourgeon depuis son apparition jusqu'à l'éclosion des fleurs. Les nombreux échantillons que nous avons recueillis nous ont permis de faire une étude anatomique de ce bourgeon pendant les différentes périodes de son existence. Nous allons donc, dans les pages qui vont suivre, écrire en quelque sorte l'histoire morphologique et anatomique du bourgeon à fruit.

CHAPITRE PREMIER

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET ANATOMIQUE DES YEUX A BOIS ET DES YEUX A FRUIT SUR LE RAMEAU DE L'ANNÉE.

Le bourgeon terminal d'une branche de Poirier (fig. 1) se développe au printemps et donne une production feuillée dont la longueur s'accroît très rapidement. Nous conserverons à cette pousse annuelle le nom que les arboriculteurs lui ont donné : *le Rameau*, et nous conviendrons de lui laisser ce nom jusqu'au moment où, après avoir subi la taille et passé l'hiver, il commencera à donner lui-même par celui de ses bourgeons que la taille a rendu terminal, un nouveau rameau.


Fig. 1. — Bourgeon devenu terminal après la taille.

Ce rameau, examiné vers le mois de juin, par exemple, présente à sa surface de petits corps coniques, écailleux, que les botanistes appellent d'un nom général de *bourgeons*, et qu'il nous paraît préférable d'appeler des *yeux* pour éviter une confusion qui deviendra plus tard évidente.

Aspect extérieur des yeux. — Si, laissant de côté la disposition de ces yeux, nous nous occupons plus spécialement de l'aspect de chacun d'eux, nous apercevons des caractères extérieurs très nets qui permettent de les distinguer entre eux.

Région inférieure. — Les yeux placés à la base du Rameau (fig. 2) (ordinairement au nombre de 3 ou 4) sont plats et se développent difficilement. Ils restent « *œil dormant* ». Les feuilles du rameau, et par suite les yeux, sont à cet endroit séparés par des entrenœuds plus courts que dans la partie moyenne.

Les *yeux dormants*, bien que les premiers formés, ne sont guère que des *yeux de remplacement*.

Région moyenne. — Les entrenœuds augmentent alors assez brusquement de longueur, et, dans la partie suivante du rameau, les yeux sont bien développés, légèrement arrondis, d'une teinte brun foncé. Les feuilles à l'aisselle desquelles ils sont nés présentent un pétiole bien constitué, mais nous avons pu remarquer, en examinant de très nombreux échantillons, que ces feuilles ne possèdent généralement pas de stipules à la base de leurs pétioles (1).

Cette région comporte, en général, de 3 à 5 entrenœuds.

Région supérieure. — Enfin, la partie terminale du rameau, d'une longueur très variable, suivant les espèces, la nature du sol, la température et le degré d'humidité, porte des yeux assez différents des précédents: en général, ils sont moins volumineux, d'une teinte plus claire, et présentent chez les espèces vigoureuses un commencement de développement.

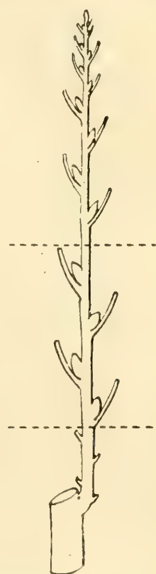


Fig. 2. — Division théorique du rameau de l'année, en trois régions distinctes.

Ils portent, en effet, le plus souvent, deux petites feuilles naissantes et quelquefois même deux autres feuilles plus petites en forme de pointes barbelées; enfin la feuille enserrant l'œil présente le plus souvent deux stipules à la base de son pétiole, un seul quelquefois est développé (2).

La division que nous venons de faire du rameau d'un an en trois régions correspond bien à une réalité, car le simple examen d'une branche plus âgée montre, par la disposition des fruits qu'elle porte, que, seuls, les yeux de la région moyenne sont destinés à la fructification, ceux de la région terminale ayant tous donné des productions rameuses et ceux de la région basilaire ne s'étant pas développés.

Est-ce à dire qu'aussitôt formés sur le rameau de l'année, ces yeux sont déjà différenciés en vue d'un rôle spécial et qu'ils

(1) Cette observation ne s'applique pas aux espèces très vigoureuses.

(2) Ces observations s'appliquent, nous le répétons, à de jeunes rameaux du mois de juin. Une semblable étude, faite quelques mois plus tard, donnerait des résultats un peu différents et moins précis, comme nous le verrons par la suite.

ne sauraient se développer autrement qu'en produisant: ceux-ci des fleurs, ceux-là du bois?

Il ne semble pas que la spécialisation soit aussi précoce, car les horticulteurs savent fort bien qu'en taillant un rameau au-dessus d'un œil présentant tous les caractères d'« œil à fruit », celui-ci *s'emporte à bois*.

Par conséquent, notre division en trois régions du rameau d'un an, bien que correspondant à la généralité des phénomènes, ne saurait être prise dans un sens trop absolu (1).

Ces observations ayant trait uniquement aux caractères extérieurs, il nous a paru intéressant de rechercher si elles correspondent à des différences internes.

Étude anatomique.

L'étude anatomique de l'œil comporte un ensemble de recherches ayant pour but de déterminer :

1° La structure de l'œil au mois de juin, c'est-à-dire à une époque telle que le rameau de printemps ait acquis un développement suffisant pour que les yeux qu'il porte soient complètement formés.

2° Les différences de structure entre un œil à fruit et un œil à bois.

3° La structure de ces mêmes organes à la fin de l'automne et au commencement même de l'hiver, de manière à se rendre compte des transformations qu'ils subissent pendant l'été.

4° Les différences entre un œil bien constitué et le bourgeon terminal du rameau, chaque œil pouvant être considéré comme un bourgeon auquel il ne manque, comme nous le verrons plus tard, qu'un afflux de sève pour donner un rameau.

5° Enfin, nous avons pratiqué certaines opérations bien connues des arboriculteurs : le *pincement* et le *cassement*, et nous avons étudié la répercussion qu'elles peuvent avoir sur la structure des yeux de la portion du rameau laissée en place (2).

(1) Nous étudierons à la fin de ce travail des cas de développements très différents, et nous essaierons de montrer qu'ils ne sont pas en contradiction avec les règles que nous venons d'exposer.

(2) M. Daniel a étudié surtout les structures comparées d'un rameau pincé et d'un rameau conservé entier. Il nous a paru intéressant de rechercher si

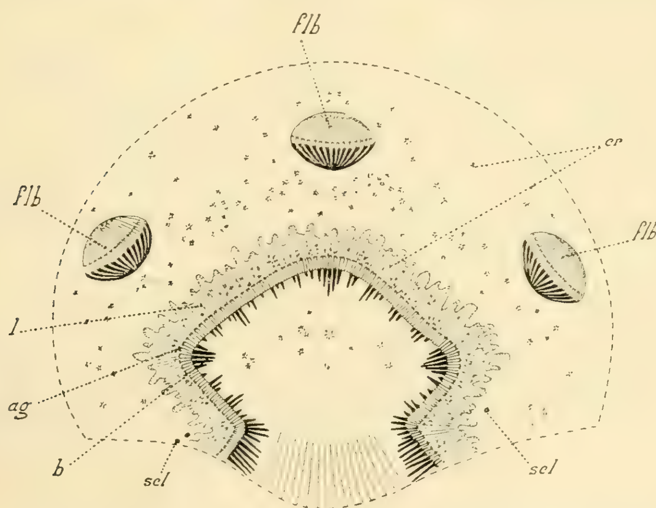
Nous expliquerons plus loin en quelques lignes en quoi consistent ces opérations et les résultats qu'elles nous ont permis d'obtenir.

6° Chaque fois que nous avons eu l'occasion de faire une série de coupes à divers niveaux d'un bourgeon, nous en avons distrait quelques-unes pour y rechercher l'amidon et y observer les quantités relatives d'oxalate de calcium et sa localisation.

C'est dans l'ordre que nous venons d'indiquer que nous présenterons la série de nos recherches sur ce point spécial de notre sujet.

I. — Étude de l'œil à fruit au mois de juin.

Examinons une coupe transversale faite à la base d'un œil à fruit. Cette coupe est faite à un niveau tel que les tissus qui



Fig, 3. — Coupe transversale à la base d'un œil à fruit de *Pirus communis* : *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *b*, bois ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *scl*, sclérenchyme ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

continuent directement ceux du pétiole fassent partie intégrante de la coupe, sans qu'on puisse encore observer entre les tissus de l'œil proprement dit et ceux du pétiole aucune solu-

cette opération n'a pas un retentissement sur la structure des yeux laissés en place à la base du rameau.

tion de continuité. La coupe renferme donc, comme le représente la figure 3, l'ensemble des tissus de l'œil et les trois faisceaux libéro-ligneux qui se rendent au pétiole.

Région médullaire. — La région médullaire présente des cellules allongées dans le sens radial, établissant la continuité entre le tissu médullaire du rameau et la moelle de l'œil.

La région centrale est formée de cellules à parois minces, dont la plupart sont arrondies, ce qui explique la présence de petits méats intercellulaires très nombreux.

Tissu conducteur : Bois. — Un méristème vasculaire assez abondant, renfermant un nombre assez restreint de vaisseaux lignifiés, constitue l'appareil conducteur de la sève brute. Ces fibres ligneuses ne forment pas dans l'ensemble un anneau circulaire ou affecté d'une légère dorsiventralité semblable à celui que forment les vaisseaux ligneux du rameau, mais la courbe qu'ils décrivent présente deux pôles très marqués.

Aux points extrêmes, cependant, les fibres sont plus abondantes et les vaisseaux plus nombreux : elles proviennent des faisceaux libéro-ligneux médians des deux écailles basilaires. Il est du reste facile de remarquer que, par endroits, des fibres sont ainsi réunies en petits paquets, lesquels proviennent également des faisceaux se rendant aux écailles qui s'insèrent à un niveau un peu supérieur.

L'*assise génératrice* (*ag*) est très bien représentée.

Le *liber l* est relativement beaucoup plus abondant que le bois. Il est formé de petits éléments, séparés par de grandes cellules parenchymateuses. Dans un œil à fruit complètement formé, nous verrons que le liber prédomine toujours sur le bois.

Péricycle. — Le liber est limité par une ou plusieurs rangées de cellules plus aplaties, assez irrégulièrement réparties. Le péricycle est donc mal défini.

Sclérenchyme. — Le sclérenchyme fait défaut, sauf en quelques points, voisins du rameau (*scl*).

Tissu cortical. — Le tissu cortical, qui fait suite au péricycle, est formé de cellules semblables à celles de la moelle, mais plus irrégulières, moins arrondies.

Enfin, une nouvelle assise de cellules aplaties limite la zone

du tissu cortical qui appartient en propre à l'œil. Au voisinage des trois faisceaux libéro-ligneux qui se rendent au pétiole, et surtout au niveau des deux faisceaux latéraux, on observe une assise formée de plusieurs rangées de cellules très aplaties, mais à parois peu épaisses.

Nous trouvons enfin des cellules analogues à celles du parenchyme cortical, ces cellules entourent les trois faisceaux libéro-ligneux qui se rendent au pétiole.

Proportions relatives des tissus. — Si, prenant pour unité l'écorce (au sens ancien du mot) on essaie d'établir les proportions relatives des divers tissus entre eux, on obtient les résultats suivants :

Écorce	1
dont liber	$\frac{1}{3}$
Bois	Quelques fibres.
Moelle	1

Répartition de l'oxalate de calcium. — La moelle ne renferme que de rares cristaux d'oxalate de calcium. Dans la région libérienne, l'oxalate est plus abondant ; mais les cristaux, beaucoup plus petits, ne sont généralement pas maclés.

L'écorce au contraire renferme d'abondants cristaux, surtout dans la région correspondant à l'insertion du pétiole de la feuille à l'aisselle de laquelle naît l'œil.

Recherche de l'amidon. — La solution iodée, agissant sur des coupes analogues à celle que nous venons de décrire, permet de constater que l'amidon est peu abondant à cette époque dans la moelle et dans les faisceaux libéro-ligneux.

Mais il est une région de l'écorce où l'amidon est plus abondant : c'est la partie, formée surtout de tissu cortical entourant les faisceaux qui se rendent au pétiole. Dans ces faisceaux mêmes, les cellules allongées qui séparent les fibres ligneuses sont gorgées d'amidon, et, d'une manière générale, on peut dire que les tissus du pétiole contiennent à cette époque beaucoup plus d'amidon que les tissus de l'œil correspondant (1).

(1) Disons, une fois pour toutes, que l'endoderme est la région de l'écorce qui présente toujours le plus d'amidon, comparativement au parenchyme cortical.

RÉGIONS SUPÉRIEURES DE L'ŒIL

Étudions la structure de l'œil à un niveau tel que le pétiole de la feuille à l'aisselle de laquelle il s'est développé soit maintenant presque complètement détaché et ne présente plus que quelques points de contact avec l'œil (fig. 4).

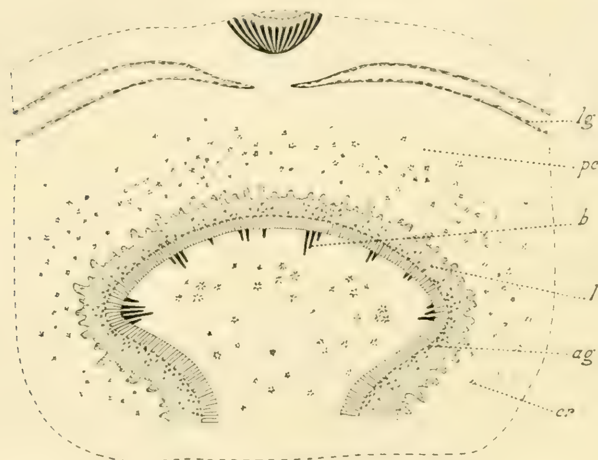


Fig. 4. — Coupe transversale de l'œil à fruit, au niveau de décollement du pétiole : *l*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *b*, bois ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

L'œil est donc indépendant du pétiole à ce niveau, mais il est encore en relation avec le rameau (1).

La *moelle* est formée d'éléments semblables à ceux de la région correspondante des niveaux inférieurs.

Tissu conducteur. — Le bois est moins abondant, le liber également, mais la réduction subie par le liber est moindre que celle subie par le tissu ligneux.

L'écorce ne présente rien de particulier.

Examinons enfin la figure 5 représentant schématiquement une coupe à un niveau tel que l'œil complètement isolé du pétiole soit sur le point de s'isoler également du rameau.

Tissu conducteur. — Le *bois* diminue de plus en plus. Il est

(1) Dans certains cas, l'œil se sépare du rameau avant de se séparer du pétiole. Les phénomènes se passent alors dans l'ordre inverse.

bientôt réduit à quelques paquets de fibres correspondant aux faisceaux des écailles, avec, dans les intervalles compris entre ces faisceaux, des vaisseaux isolés. L'ensemble du tissu ligneux forme cependant un cercle bien individualisé quoique très incomplet et légèrement aplati du côté du rameau.

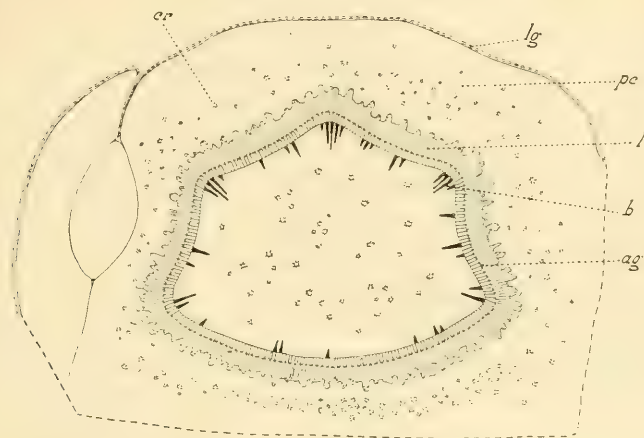


Fig. 5. — Coupe transversale de l'œil à fruit, isolé du pétiole et du rameau : *lg*, liege ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

Le liber est presque aussi abondant que dans les régions inférieures.

L'œil est encore rattaché au rameau, mais il serait complètement isolé à un niveau supérieur très voisin.

Écorce. — La zone corticale encore en rapport avec l'écorce du rameau est en pleine transformation. La région opposée est maintenant constituée : elle présente un parenchyme cortical bien développé.

Enfin, dans une région latérale, on distingue de petites écailles bien formées et entourant ce que nous appellerons un *sous-œil latéral* non développé. Une zone de cellules aplaties existe également dans cette région. Certains yeux vigoureux présentent deux ou plusieurs sous-yeux, développés ou non.

Oxalate de calcium. — L'oxalate de calcium se montre plus abondant que dans les coupes des régions inférieures.

La différence est très sensible dans la région médullaire ; mais l'oxalate est surtout très abondant dans la partie périphé-

rique de l'écorce. Enfin, les régions voisines du sous-œil et les petites écailles de ce dernier en sont littéralement gorgées.

Amidon. — L'amidon est plus abondant à ce niveau qu'aux niveaux plus inférieurs.

EXTRÉMITÉ TERMINALE DE L'ŒIL

Si nous considérons enfin la partie tout à fait terminale de l'œil, à un niveau tel que l'œil soit complètement indépendant du pétiole et du rameau, et que les écailles qui recouvrent son extrémité ne soient pas encore séparées latéralement de ses propres tissus, nous ne trouvons plus qu'un amas de cellules de méristème à membranes minces.

Il est possible cependant de distinguer une région centrale dont les cellules renferment moins d'oxalate que les tissus qui l'entourent ; une région périphérique formée d'éléments allongés dans le sens radial, et une zone externe où l'oxalate de calcium est plus abondant. Enfin des cellules allongées marquent une séparation entre ces tissus et ceux des écailles non encore séparées de l'œil proprement dit.

L'*amidon* est très abondant dans cette partie terminale, et les cellules médullaires surtout en renferment abondamment.

Nous pourrons constater par la suite que c'est toujours par le sommet du bourgeon que commence l'envahissement des cellules par l'amidon et l'oxalate de calcium ; les quantités de ces deux corps semblent du reste varier dans le même sens à l'intérieur des bourgeons.

EN RÉSUMÉ *la réduction du tissu conducteur et l'excessif développement de la moelle et de l'écorce semblent indiquer que l'œil à fruit bien constitué n'est pas un organe destiné à un immédiat développement*.

Le tissu ligneux est très peu abondant, ce qui indique un faible mouvement de la sève brute à l'intérieur de l'œil. *Le liber est au contraire bien représenté*, et il prédomine sur le bois. Ceci s'explique par l'absence de feuilles véritables s'insérant sur l'œil lui-même. La transpiration et les phénomènes chimiques qui ont pour siège la feuille sont ainsi supprimés ou considéra-

blement modifiés puisqu'ils doivent s'effectuer dans les écailles se recouvrant les unes les autres ; la quantité de sève brute n'a donc subi aucune réduction sensible du fait de la transpiration. Un tel organe ne peut s'accroître beaucoup dans ces conditions, mais il peut modifier le contenu de ses cellules.

Nous verrons en effet que si aucune opération (taille, pincement, cassement, etc.) n'intervient, sa structure se modifie peu pendant sa première année d'existence ; seule la quantité des réserves contenues dans les différents tissus subit de grandes variations.

II. — Œil à fruit et œil à bois.

De nombreuses coupes faites dans des yeux à bois ne nous ont pas permis de découvrir de différences spécifiques entre la structure interne de l'œil à fruit et celle de l'œil à bois. Il n'y a entre eux qu'une différence de volume et souvent de forme, mais cette différence d'aspect ne correspond pas à des modifications appréciables de structure.

L'œil à bois est en général plus petit, et souvent plus allongé que l'œil à fruit, lequel est plus arrondi, mais les proportions relatives entre les tissus sont sensiblement les mêmes dans les deux cas

Nous verrons plus tard que d'autres différences plus frappantes apparaissent au moment où ces deux organes se développent.

III. — Étude de l'œil à la fin de l'automne.

Nous avons, au printemps, marqué un certain nombre de rameaux ayant sensiblement la même longueur, le même diamètre et occupant une position analogue sur des branches de même âge. Ces rameaux, destinés à des comparaisons, ont été choisis sur des sujets de même force, ou même, chaque fois que nous avons pu le faire, sur le même sujet. C'est dans ces conditions qu'il nous a été possible d'étudier la structure d'un œil à fruit à l'automne, pour la comparer à celle de l'œil de printemps, cette dernière ayant été décrite dans les pages précédentes (1).

(1) Il est inutile de dire que les rameaux d'automne sur lesquels nous avons prélevé ces yeux, n'ont subi aucun pincement ni cassement d'aucune sorte.

Au point de vue morphologique, la différence entre l'œil d'automne et l'œil de printemps consiste en un léger accroissement de volume, excepté cependant chez les espèces très vigoureuses où les différences sont plus grandes. Mais nous aurons l'occasion, au cours du chapitre V, de revenir sur le développement de certaines variétés dont les productions ligneuses prennent un développement considérable. Nous ne nous occupons, au cours de ces premiers chapitres, que des variétés moyennes, plantées dans un sol convenable, chez lesquelles les productions fruitières et les productions ligneuses sont dans un rapport normal, sans que les unes se développent d'une manière excessive au détriment des autres, ceci non sans dommage pour le sujet lui-même.

Au point de vue anatomique. — Nous avons, parmi toutes les coupes transversales faites à différents niveaux, choisi celles qui correspondent aux figures 3, 4 et 5.

Résumons brièvement les différences anatomiques que nous avons constatées.

Le *tissu médullaire* n'a pas varié, et la sclérification qui a envahi les parois des cellules de la moelle du rameau n'a pas atteint la moelle de l'œil.

Tissu ligneux. — Le bois a légèrement augmenté en quantité; de plus, on rencontre un certain nombre de vaisseaux ligneux formés au moment de la sève d'août, et facilement reconnaissables à leur forme aplatie et à leur faible calibre.

D'une manière générale, tous les vaisseaux ligneux ont augmenté dans de notables proportions l'épaisseur de leurs parois, laquelle a sensiblement doublé.

La couche de bois d'automne est visible et présente de nombreux vaisseaux dans les faisceaux libéro-ligneux qui se rendent au pétiole.

Liber. — Le liber a pris plus de développement que le bois, et on peut dire que son épaisseur est environ double de celle du tissu ligneux.

Écorce. — L'écorce s'est accrue également en épaisseur, par la prolifération des cellules de parenchyme cortical. Il est donc possible de dire que les proportions relatives des tissus, par rapport à l'écorce, sont restées sensiblement les mêmes.

Les différences anatomiques entre l'œil d'automne et l'œil de printemps se bornent donc :

1° A une légère augmentation du nombre des vaisseaux ligneux, due surtout à la poussée de sève qu'on est convenu d'appeler sève d'août;

2° A une augmentation relativement très grande de l'épaisseur des parois des vaisseaux ligneux.

Amidon. — La quantité d'amidon a beaucoup augmenté dans toutes les parties de la coupe; on en trouve abondamment dans l'écorce et plus encore dans la moelle.

Oxalate de calcium. — L'oxalate semble également plus abondant dans cet œil d'automne. Il nous a paru que la moelle renferme alors plus de cristaux que quelques mois auparavant.

En résumé : il est possible de dire que l'énorme développement du bois dans le rameau lui-même, et la sclérification plus ou moins forte de son tissu médullaire (1), n'ont qu'une très faible répercussion sur les faisceaux ligneux et sur la structure générale de l'œil.

Quand un rameau ne subit aucune opération pendant l'été, l'accroissement est presque exclusivement terminal, et, pendant la première année de son existence, les yeux qu'il a formés amassent à leur intérieur une grande quantité de réserves, sans modifier beaucoup leur structure.

IV. — Comparaison entre un œil bien constitué et le bourgeon terminal du rameau.

Au fur et à mesure que, le long du rameau, s'étagent des feuilles à l'aisselle desquelles se trouvent des yeux qui, pour la plupart, ne se développent que l'année suivante, le rameau s'accroît de plus en plus par son bourgeon terminal.

L'œil n'étant en somme qu'un bourgeon latéral, il nous a paru intéressant de comparer la structure de l'œil, pour ainsi dire au repos, à celle du bourgeon terminal en plein développement, et, à cette occasion, de rechercher les différences qui

(1) La structure de ce rameau sera décrite plus loin.

peuvent exister entre eux au point de vue de la répartition de l'amidon et de l'oxalate de calcium dans leurs divers tissus.

Nous ferons cette comparaison à deux niveaux seulement de l'extrémité du rameau :

1° Nous avons fait des coupes au voisinage de l'extrémité, dans une région telle qu'un pétiole soit encore en relations avec le rameau ;

2° Nous avons étudié, comme nous l'avons fait pour l'œil, l'extrémité la plus voisine du sommet du rameau.

COUPE DANS LA PARTIE TERMINALE DU RAMEAU ENCORE EN RELATIONS AVEC UN PÉTIOLE.

Écorce. — L'*épiderme (ep)* est simple et formé d'une assise de cellules arrondies sur leur face externe.

L'*assise sous-épidermique* comprend quatre rangs de grandes celluls régulières à parois épaissies. Ces cellules ne présentent pas l'allongement caractéristique des cellules du liège, lequel fait défaut.

On trouve en effet, aussitôt après cette assise, un *parenchyme cortical (pc)* très abondant, formé de grandes cellules irrégulières à parois minces.

Le *péricycle* est très apparent et formé d'une assise unique de cellules peu aplaties.

Assise libérienne. — Le liber *(l)* est abondant, formé de grandes cellules très nombreuses, entourées de cellules petites à parois très minces.

L'*assise génératrice (ag)*, épaisse, est formée d'éléments plus grands que ceux de l'assise génératrice de l'œil.

Bois. — Le méristème vasculaire *(mv)* occupe une place comparable à celle qu'il occupe dans l'œil. Les vaisseaux lignifiés sont peu abondants, à large calibre et à parois peu épaisses ; ils sont disposés plus régulièrement qu'à la base de l'œil.

Les régions de la coupe où les fibres ligneuses sont le plus abondantes et sont groupées en faisceaux *(f)* correspondent aux pétioles des feuilles très jeunes. Indépendamment de ces faisceaux, on trouve (en *f'* par exemple) des files radiales isolées formées seulement de quelques vaisseaux.

Moelle. — Elle est formée de grands éléments, arrondis pour la plupart, ce qui explique la présence d'une grande quantité de méats intercellulaires.

On voit à la partie supérieure, la coupe transversale de l'œil né à l'aisselle de la feuille.

Proportions relatives des tissus. — En prenant, comme dans les exemples précédents, l'écorce comme unité, on trouve

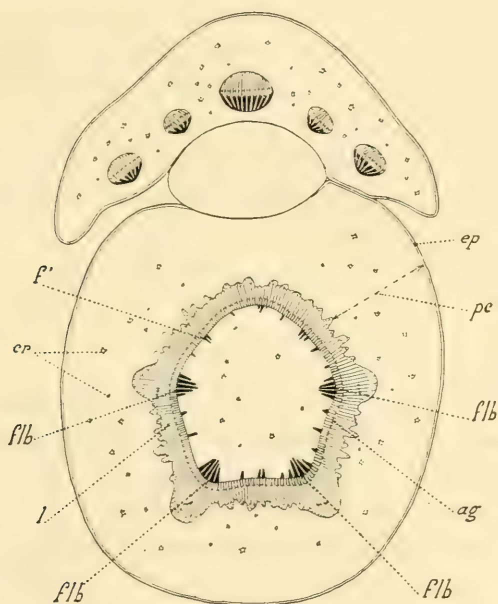


Fig. 6. — Coupe transversale de la partie terminale d'un rameau de *Pinus communis*; *ep*, épiderme; *pc*, parenchyme cortical; *l*, liber; *ag*, assise génératrice; *flb*, faisceau libéro-ligneux; *f'*, files radiales isolées; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

comme proportions des tissus des chiffres comparables à ceux que nous avons obtenus pour l'œil : moelle sensiblement égale à l'écorce, dont le liber représente environ le tiers de l'épaisseur.

Nous allons trouver des différences beaucoup plus sensibles dans la recherche de l'amidon et de l'oxalate de calcium.

Amidon. — L'amidon, si abondant dans l'œil, fait à peu près défaut dans cette région du rameau.

Oxalate de calcium. — Nous avons également trouvé de grandes quantités d'oxalate de calcium à la base de l'œil, il

manque à peu près totalement ici. C'est à peine si on distingue quelques cristaux maclés dans l'écorce et dans la moelle.

EXTRÉMITÉ TERMINALE DU RAMEAU

On ne rencontre plus ici que quelques vaisseaux ligneux isolés ; néanmoins, il existe toujours un méristème vasculaire, mais peu abondant, et une assise génératrice.

Le liber est presque aussi développé que dans les coupes des régions inférieures. Entre les paquets de fibres libériennes, on voit de grandes cellules allongées établissant des sortes de ponts entre le tissu médullaire et le parenchyme cortical.

Mais il est possible ici d'établir encore une différenciation très nette entre les tissus de l'écorce et les tissus de la moelle, séparés par du liber et un méristème vasculaire.

L'*amidon* et l'*oxalate de calcium* font à peu près défaut.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Si on fait un rapprochement entre la faible quantité de tissu ligneux existant dans le bourgeon terminal et dans l'œil latéral, on est amené à conclure que la quantité de sève qui traverse ces tissus doit être sensiblement la même.

Il devient donc difficile d'expliquer le développement continu du bourgeon terminal par un afflux de sève beaucoup plus considérable à l'extrémité de la tige. Un deuxième facteur peut être mis en avant pour expliquer le développement du bourgeon terminal : la vitesse d'arrivée de la sève. Nous aurons à revenir plus longuement sur ce sujet quand nous traiterons de la formation du bourgeon à fleur.

En résumé, il y a, comme nous le supposions, de grands rapports entre le bourgeon terminal d'un rameau et les yeux latéraux qu'il porte.

La proportion des tissus entre eux est sensiblement la même dans les deux cas, mais alors que le premier continue à s'accroître indéfiniment pendant toute la durée de la végétation, les seconds s'arrêtent presque complètement dans leur développement.

Aussi, le premier renferme peu de réserves et de résidus; il consomme et élimine (1). Les yeux, au contraire, sont gorgés de réserves à la fin de l'automne ; ils ne sont pas destinés à un immédiat développement. Si aucune modification ne vient contrarier la végétation normale, les seuls yeux de l'extrémité, sous l'influence de la sève montante, se développeront l'année suivante en donnant des rameaux, les autres continueront à préparer la fructification, c'est-à-dire la reproduction du végétal, laquelle n'a lieu généralement pour un bourgeon donné que la troisième année de son existence (2).

Nous verrons plus tard que la taille permet de modifier tout à la fois et la charpente de l'arbre et la disposition des organes floraux, — encore convient-il de ne pas négliger les lois naturelles de la végétation.

V. — Modifications apportées dans la structure des yeux par le pincement du rameau.

Empiétant un peu sur le sujet que nous avons réservé pour des études ultérieures, nous avons pratiqué *le pincement* de certains rameaux, pour étudier sa répercussion sur la structure de la partie du rameau laissée en place et sur celle des yeux qu'il supporte.

Nous avons fait également divers *cassements* (3), mais trop tardivement. Une période d'excessive sécheresse ayant d'autre part entravé la végétation, nous craindrions de donner des résultats erronés, et nous nous bornerons à l'étude du pincement.

Le pincement. — *Le pincement* consiste à supprimer l'extrémité d'un rameau trop vigoureux. Il est pratiqué par tous les horticulteurs, bien que tous ne soient pas d'accord sur l'époque qui convient le mieux pour cette opération.

(1) L'excès de résidus est entraîné par la sève et se localise ailleurs, précisément dans les endroits où la vitesse de la sève est ralentie.

(2) Nous aurons, dans un chapitre suivant, l'occasion d'étudier les cas normaux ou anormaux de formation de bourgeons à fruits en une année, et d'émettre une opinion au sujet de leur valeur, comparativement à celle des bourgeons de deux ans.

(3) Pour éviter toute confusion, disons en passant que nous entendons par *cassement* toute suppression d'un rameau à bois, dans le but de faire naître à sa base des productions fruitières.

Nous avons fait des pincements vers la mi-juillet, pour réaliser le maximum de conditions avantageuses en vue des résultats que nous voulions obtenir : d'une part les rameaux pincés avaient acquis un développement suffisant ; d'autre part, la saison n'étant pas trop avancée, l'œil terminal de la partie laissée en place pouvait encore donner un petit rameau qui, dans la plupart des cas, a atteint une longueur de 20 à 25 centimètres.



Fig. 7. — Développement d'un rameau pincé et d'un rameau non pincé.

Examinons rapidement les conséquences de cette opération au point de vue de la structure de la partie du rameau laissée en place (fig. 7).

Cette région est nécessairement affaiblie, au moins pendant un certain temps. En effet, deux causes essentielles contribuent au mouvement de la sève dans un rameau : 1° la poussée exercée de bas en haut par la sève brute venant des racines ; 2° l'appel de haut en bas déterminé par l'évaporation qui se produit à la surface des feuilles.

Or, supprimer brusquement une grande partie du rameau revient précisément, à priver de cet appel, la partie restante. La sève va donc circuler dans ce rameau pincé moins abondamment et avec une vitesse moins grande tant que l'œil terminal n'aura pas commencé son développement.

Étudions rapidement ce que devient la structure :

1° *Du rameau non pincé ;*

2° *De la partie restée en place.*

Structure du rameau non pincé (Fig. 8).

Écorce. — Nous signalerons seulement l'existence d'une couche *de liège* (*lg*) dont l'épaisseur est variable suivant l'espèce, l'âge et la saison.

Parenchyme cortical (*pc*). — Il est formé de cellules arrondies, à parois plus minces, et l'épaisseur de ce parenchyme est environ double de celle du liège.

Sclérenchyme. — Un anneau continu de sclérenchyme (*scl*) sépare le parenchyme cortical du parenchyme libérien.

Le *liber* est formé d'éléments assez grands et assez semblables entre eux.

L'assise génératrice (*ag*) est bien représentée.

Bois. — Le rameau de Poirier non pincé présente un déve-

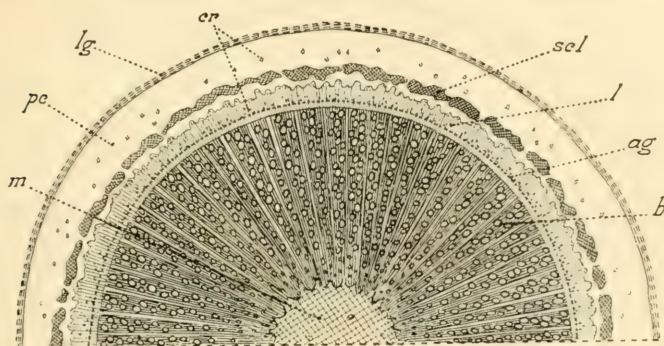


Fig. 8. — Coupe transversale faite à l'automne dans un rameau non pincé : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *scl*, scérenchyme ; *ag*, assise génératrice ; *l*, liber ; *b*, bois ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *m*, moelle.

loppement considérable du tissu ligneux ; la sève ayant circulé normalement pendant l'été, les vaisseaux ont tous un calibre moyen, excepté ceux de la périphérie, plus aplatis, à lumière étroite et à parois épaisses et qui correspondent à la sève d'août.

Avant de déterminer les proportions entre ces divers tissus, nous allons étudier rapidement la structure du rameau pincé.

Structure du rameau pincé (Fig. 9).

Écorce. — Le *liège* (*lg*) est souvent plus épais que dans le cas précédent.

Le *parenchyme cortical* (*pc*) est beaucoup plus développé que le rameau non pincé. Le *sclérenchyme* (*scl*) est à peu près semblable, mais le *liber* est beaucoup mieux représenté dans ce cas que dans l'autre.

PROPORTIONS RELATIVES ENTRE CES DIVERS TISSUS

Nous présenterons ces rapports avec le plus de précision possible. Ces mêmes tissus se retrouvent en effet dans l'œil et y sont disposés d'une manière analogue, mais ils n'y affectent pas cependant la même régularité.

La partie laissée en place du rameau pincé a pris un peu

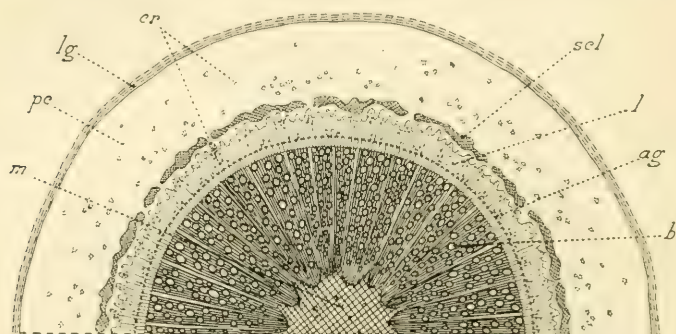


Fig. 9. — Coupe transversale faite à l'automne dans la partie laissée en place d'un rameau pincé : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *m*, moelle.

plus de développement que la partie correspondante du rameau non pincé.

Pour comparer exactement l'épaisseur de ces divers tissus, représentons dans les deux cas le rameau par le nombre 10 ; un calcul très simple nous permet d'établir les chiffres suivants :

RAMEAU NON PINCÉ. *Rayon* : 10.		RAMEAU PINCÉ. *Rayon* : 10.	
Écorce	2,25	Écorce	3,3
Bois	5,5	Bois	3,7
Moelle	2,3	Moelle	2,8

Le simple examen de ces chiffres permet de constater que, dans un rameau pincé : *le tissu ligneux est beaucoup moins abondant que dans le rameau non pincé*, mais que *l'écorce et la moelle ont pris un très grand développement*.

Étude particulière de l'écorce. — Ils nous a paru intéressant de rechercher quels sont les tissus de l'écorce qui, prenant un plus grand développement, déterminent l'accroissement de cette partie de la tige. Les chiffres ne présentent pas ici une rigueur absolue, car la limite entre ces divers tissus est toujours imprécise, mais ils suffisent cependant à donner de très nettes indications.

Nous prendrons tels quels les chiffres représentant l'épaisseur de l'écorce dans ces deux cas.

Nous avons obtenu, en mesurant aussi exactement que possible l'épaisseur des divers tissus, les résultats suivants :

RAMEAU NON PINCÉ. *Écorce* : 6.		RAMEAU PINCÉ. *Écorce* : 9,5.	
Liège	1,0	Liège	1,0
Parenchyme cortical	2,2	Parenchyme cortical	4,4
Sclérenchyme	0,6	Sclérenchyme	0,5
Liber	1,6	Liber	3,0
Assise génératrice	0,6	Assise génératrice	0,6

Les chiffres relatifs au liège, au sclérenchyme et à l'assise génératrice étant restés sensiblement les mêmes, il en résulte nettement que l'accroissement de volume de l'écorce est dû au développement du parenchyme cortical et du liber.

Ainsi donc, quand on opère le pincement d'un rameau, on ralentit beaucoup la formation des productions ligneuses, mais la moelle et les parenchymes de l'écorce s'accroissent rapidement.

Dans un rameau normal, les tissus vivants se forment beaucoup plus abondamment à l'extrémité, une grande partie du rameau n'étant en quelque sorte qu'un appareil conducteur de la sève.

Mais si, par une opération telle que le pincement, on supprime l'extrémité du rameau, l'accroissement de cet organe se manifeste par une prolifération des tissus vivants de la partie restée en place. L'appareil conducteur reste sensiblement stationnaire jusqu'à ce que l'œil devenu terminal ait commencé son développement.

De telles variations dans la structure du rameau entraînent-

elles dans les yeux supportés par la partie restée en place après le pincement des modifications aussi considérables ?

Tout d'abord, notons ce premier caractère : l'augmentation du volume de l'œil. L'œil à fruit resté en place après le pincement est au minimum deux fois plus volumineux que celui du rameau non pincé (les deux rameaux en question étant, au moment de l'opération, absolument comparables).

Le pincement a donc pour effet de faire emporter à bois l'œil devenu terminal et quelquefois même le précédent, mais également de provoquer un accroissement de volume des yeux inférieurs.

Essayons de déterminer quels sont les tissus qui se développent le plus et qui produisent cet accroissement de l'organe ?

STRUCTURE DE L'ŒIL DU RAMEAU PINCÉ

1° *Coupes dans la région basilaire de l'œil.* — (Niveau comparable à celui que représente la figure 3.)

Tissu conducteur.— Le méristème vasculaire est un peu plus abondant, mais le nombre des vaisseaux ligneux ne paraît pas avoir augmenté. On observe cependant une couche non continue formée de un ou deux vaisseaux de bois d'automne.

Le *liber* a sensiblement augmenté d'épaisseur.

Écorce. — L'écorce présente les mêmes éléments que dans le cas du rameau non pincé, mais le parenchyme cortical s'est beaucoup développé.

2° *Des coupes faites à des niveaux supérieurs* (et comparables à celles que représentent les figures 4, 5, 6) permettent d'observer une réduction du bois plus sensible encore que dans le cas du rameau non pincé. Le liber diminue également, mais en revanche, l'épaisseur de l'écorce est toujours très grande.

Proportions relatives des tissus. — Les proportions relatives des tissus (établies en prenant pour unité l'écorce) sont sensiblement les mêmes que dans le cas de l'œil non pincé, excepté cependant pour le bois qui serait représenté par une fraction plus faible.

Mais l'écorce elle-même ayant beaucoup augmenté d'épais-

seur, il est facile d'en conclure que l'accroissement de volume de l'œil est dû presque exclusivement *à l'augmentation d'épaisseur des tissus vivants*.

Avant de tirer une conclusion pratique de ces observations, examinons d'abord les quantités d'amidon et d'oxalate de calcium que contiennent les tissus.

Recherche de l'amidon dans le rameau. — Dans le rameau lui-même, resté en place après le pincement, on trouve des quantités considérables d'amidon. La moelle surtout, à parois entièrement sclérifiées et très épaisses, en renferme abondamment. On peut dire que toutes les cellules de la moelle, sauf quelques-unes de place en place (lesquelles renferment en général des cristaux maclés d'oxalate de calcium) sont gorgées de gros grains d'amidon.

Les cellules allongées situées entre les fibres ligneuses en sont également gorgées et on trouve encore des grains très nombreux dans les intervalles compris entre les vaisseaux ligneux. L'assise génératrice et le liber en renferment très peu ou pas du tout. En revanche, l'endoderme et toute l'écorce en général en contiennent beaucoup, moins cependant que la moelle, car les grains sont ici disséminés dans la cellule.

Les grains d'amidon de l'écorce ont un diamètre très inférieur à celui des grains de la moelle, et ils se colorent moins facilement que ces derniers.

Recherche de l'amidon dans l'œil lui-même. — L'amidon remplit complètement les cellules de la moelle, mais il prend une teinte à peine violacée alors que déjà l'amidon de la moelle du rameau est devenu noirâtre.

Il est aussi extrêmement abondant dans l'écorce, et il est peu de cellules qui n'en renferment un certain nombre de grains.

Cette quantité d'amidon augmente encore s'il est possible dans les régions supérieures de l'œil, et une coupe longitudinale montre pareille abondance dans les écailles supérieures elles-mêmes.

Oxalate de calcium. — L'oxalate de calcium est plus abondant dans l'œil du rameau pincé que dans l'œil du rameau non pincé.

Il nous paraît facile d'expliquer ce fait en faisant remarquer

que dans le rameau pincé : la vitesse de la sève est ralentie et que les feuilles restées en place doivent être le siège de phénomènes plus actifs que si le rameau est entier et feuillé ; donc, en s'en tenant strictement aux théories les plus récentes relatives à la production de l'oxalate de calcium, il est possible de comprendre pourquoi les yeux du rameau pincé en contiennent plus que ceux des rameaux qui n'ont subi aucune opération.

En résumé, le pincement d'un rameau détermine :

1° *Une diminution relative des tissus morts, et particulièrement du bois ;*

2° *Une augmentation de l'épaisseur des tissus vivants, et particulièrement de l'écorce.*

L'œil augmente de volume, mais ses tissus vasculaires se modifient peu ; à part peut-être dans la région tout à fait inférieure.

Les réserves en amidon sont donc plus abondantes, puisque toutes les parties du bourgeon en contiennent de grandes quantités.

L'oxalate de calcium est également plus abondant.

On s'explique ainsi pourquoi le pincement favorise la mise à fruit des yeux laissés en place sur la partie inférieure du rameau.

VI. — Un autre point eût été intéressant à étudier : le rôle de la feuille sur la nutrition de l'œil et les modifications subies par ce dernier quand cette feuille inférieure est supprimée dès le mois de juin.

Pour éviter des redites, nous reviendrons sur ce point particulier et intéressant en étudiant les modifications subies par le bourgeon d'une lambourde quand on supprime toutes les feuilles qui l'enserrent à sa base ou plusieurs seulement de ces feuilles ; les mêmes conclusions s'appliqueront au cas qui nous occupe actuellement.

VII. — Enfin, et comme nous le disions dans notre introduction, le développement en deux ans d'un bourgeon à fruit aboutissant la troisième année à une fructification, est un développement normal, mais non général.

Naturellement, sous l'influence de causes très diverses (vigueur du sujet, température, humidité, exposition); ou artificiellement, quand des procédés expérimentaux interviennent, il n'est pas rare de voir les yeux portés par de très longs rameaux présenter une structure particulière : il se développe à leur base une sorte de gros bourrelet du milieu duquel l'œil semble émerger. Certains de ces yeux grossissent à l'automne et les fleurs se forment pour le printemps suivant.

Il n'est pas rare également de rencontrer (et ceci est fréquent chez certaines espèces) des yeux normaux tout le long du rameau et un bourgeon prêt à fleurir à son extrémité. Ce dernier cas nous conduit directement à la notion de branche fruitière ou « *brindille* ».

Mais l'exposé de tous ces cas particuliers risquerait de déborder du cadre que nous avons tracé à ce premier chapitre, dans lequel nous nous sommes proposé d'étudier seulement la structure normale de l'œil à fruit aux diverses périodes de son existence annuelle.

Nous reviendrons sur ces sujets particuliers à la fin de ce travail, et nous essaierons de les relier aux règles générales de la fructification du Poirier.

Résumé. — 1° *L'œil à fruit est généralement situé dans le tiers moyen du rameau.*

2° *La circulation de la sève brute y est très faible : le tissu ligneux y est peu abondant.*

3° *Contrairement à ce qui existe dans le rameau, le parenchyme libérien prédomine sur le tissu ligneux.*

4° *Les réserves en amidon, faibles au commencement de l'été, sont très abondantes à l'automne.*

5° *L'oxalate de calcium est également plus abondant à l'automne qu'au printemps.*

6° *Quand un rameau est pincé pendant l'été, les yeux de la partie inférieure de ce rameau grossissent pendant que l'œil terminal donne un petit rameau d'automne.*

Les tissus morts augmentent alors très peu d'épaisseur; beaucoup moins que dans le rameau non pincé. L'accroissement en volume de ces yeux est dû à une augmentation d'épaisseur des

tissus vivants et en particulier de l'écorce. Les réserves en amidon sont dans ce cas plus abondantes.

De telles modifications de structure indiquent, nous l'avons vu, une tendance à la mise à fruit ; elles expliquent pourquoi le pincement détermine la formation de productions fruitières.

CHAPITRE II

LES PRODUCTIONS ISSUES DE L'ŒIL. ÉTUDE MORPHOLOGIQUE ET ANATOMIQUE DE LA LAMBOURDE ET DU BOURGEON A FRUITS

L'œil est l'origine de toute production : fruitière ou rameuse. En prenant ce terme dans son sens le plus général, on peut dire que l'œil donne naissance, la seconde année, à quatre organes différents auxquels nous conserverons les noms usités en arboriculture :

Une production rameuse....................	*Le Rameau.*
Trois productions fruitières................	*La Lambourde.* *Le Dard.* *La Brindille.*

Mais l'étude distincte de ces trois sortes de productions fruitières ne peut avoir d'intérêt que pour « l'*entretien* » et la « *conduite* » des arbres fruitiers : telle d'entre ces productions très fréquente chez certaines espèces, est rare chez d'autres. Elles ne sont toutes trois que les *supports* des bourgeons à fruits, et nous prendrons comme type celle sur laquelle ce bourgeon paraît se développer le plus normalement, c'est-à-dire la lambourde (1).

Développement de la lambourde. — Au printemps de la deuxième année, les yeux situés à l'extrémité du rameau laissé en place (qu'il ait été taillé ou non), commencent leur développement et donnent des productions rameuses. L'œil terminal surtout donne un rameau vigoureux. Les yeux de la région moyenne (fig. 10) donnent en général des lambourdes, les yeux inférieurs ne se développent pas (2).

(1) Nous aurons plus loin l'occasion de revenir sur les autres productions et de donner leurs caractères essentiels.

(2) C'est là une règle à peu près générale, mais que nous nous gardons bien de donner comme absolue. Un œil de la région moyenne peut quelquefois donner un rameau la deuxième année, lequel se trouve ainsi placé entre deux lambourdes. Ceci doit, à notre avis, être considéré comme une exception.

La lambourde commence son développement au printemps. Sa longueur varie de quelques millimètres à 3 ou 4 centimètres. Elle ne s'allonge que peu à peu, tandis que les autres productions fruitières atteignent de suite leur longueur. Complètement ridée à sa base, surtout quand elle est âgée de quelques années, elle se casse très facilement ; elle prend cependant plus de consistance si, les années suivantes, il se développe sur elle une pousse ligneuse, un dard ou une brindille.

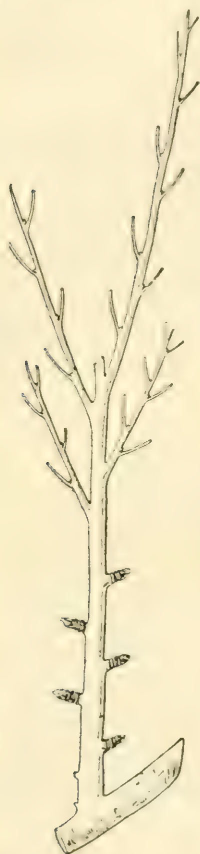


Fig. 10. — Productions issues du rameau taillé. — Les yeux de la région supérieure donnent des rameaux : ceux de la région moyenne, des lambourdes; les yeux inférieurs ne se développent pas.

A son extrémité, se trouvent quelques feuilles (trois à six en général), insérées en des points très voisins. Nous désignerons du nom de bourgeon à fruit (1) l'organe qui la termine.

On peut donc résumer ainsi le mode de végétation de la lambourde :

Première année : une feuille sur le rameau de l'année et un œil à son aisselle (fig. 11).

Deuxième année : un support avec une rosette de feuilles à son extrémité, et un bourgeon à fruit terminal, dans lequel les fleurs se forment à l'automne (fig. 12).

Troisième année : floraison en avril et fructification à l'automne (fig. 13).

L'étude de ce bourgeon de deuxième année et de son support fera l'objet de ce second chapitre.

Mais avant de tracer le plan de cette deuxième partie, il nous paraît utile de donner une description anatomique de la lambourde encore jeune, mais bien constituée et dont le support a atteint, pour l'année, son entier développement.

Nous choisirons pour types des lambourdes bien formées

(1) Par opposition à l'*œil* qui représente essentiellement un organe de 1re année

recueillies en avril-mai sur des sujets assez vigoureux ayant poussé dans un verger réalisant des conditions parfaites relativement à la nature du sol et aux soins donnés aux arbres fruitiers.

A. — Études de lambourdes jeunes.

Le support de la lambourde a seul atteint à cette époque sa longueur définitive. La partie terminale qui doit par la suite donner le bouton à fruits est encore très réduite, et dépasse



Fig. 11.

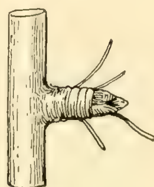


Fig. 12.

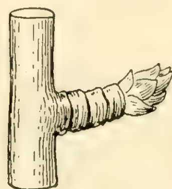


Fig. 13.

Développement normal de la lambourde de *Pirus communis* en 3 années.

Fig. 11. 1re année. 1 œil naît à l'aisselle d'une feuille. — Fig. 12. 2e année. Développement de la lambourde, portant une rosette de feuilles. — Fig. 13. 3e année. Floraison au printemps et fructification à l'automne.

peu le niveau d'insertion des feuilles. Les feuilles insérées sur le support sont bien développées, mais les entrenœuds sont, en général, presque nuls.

Il est cependant facile de distinguer trois régions très distinctes dans la partie annuelle d'une lambourde, ce qui facilite l'étude anatomique :

1° *Le bourgeon*, c'est-à-dire la partie terminale recouverte par les écailles.

2° *La partie feuillée du support.*

3° *La partie basilaire du support*, de dimensions très variables.

Nous étudierons successivement la structure de la lambourde dans chacune de ces régions.

1° *Étude du bourgeon.*

Il n'a, à cette époque, que quelques millimètres de longueur. Une coupe transversale, faite dans une région très voisine du sommet, ne présente qu'un amas de cellules de méristème for-

mateur, et on ne rencontre, à proprement parler, ni liber, ni assise génératrice, ni bois bien définis.

La partie centrale de la coupe est formée de cellules irrégulières, gorgées de réserves, et à parois très minces. Cette région est entourée par un anneau mal défini, formé de cellules allongées dans le sens radial, cellules à parois également très minces et de dimensions très variables. Enfin, le tissu qui entoure cette région est formé de cellules plus régulières, à parois un peu plus épaisses, représentant l'écorce de la partie centrale du bourgeon.

Autour de ce petit axe médian, les écailles très jeunes sont encore accolées, sans qu'aucune ligne de démarcation précise soit bien visible entre ces divers organes.

De place en place, au milieu du tissu représentant l'écorce, on trouve deux ou trois petits paquets de cellules qui diffèrent de celles qui les entourent : elles sont plus petites, irrégulières, à parois très minces ; elles renferment au milieu d'elles un ou deux petits vaisseaux lignifiés, à lumière très petite.

Si, dans ces conditions, on essaie d'établir les proportions entre les divers tissus, on peut dire que la moelle et l'écorce ont la même épaisseur.

2° *Partie feuillée du support.*

Prenons comme premier point de repère *le niveau d'insertion de la première feuille*, c'est-à-dire un niveau tel que le pétiole ne soit pas encore détaché de l'écorce, bien que les faisceaux libéro-ligneux du pétiole soient encore distincts et n'aient pas pris leur place dans le cylindre central du support.

Une coupe, faite à un tel niveau, présente les caractères suivants :

Écorce. — Le *liège* est peu épais, formé d'une ou plusieurs assises dont le bord externe est arrondi.

Le *parenchyme cortical* est très abondant, formé de cellules irrégulières, à parois minces.

Il n'y a pas de *sclérenchyme* à ce niveau.

Une *assise péricyclique* unique fait suite au parenchyme cortical.

Au milieu des tissus de l'écorce, et assez régulièrement disposés, on trouve de véritables petits faisceaux libéro-ligneux comprenant un parenchyme libérien, quelques cellules aplaties analogues à celles de l'assise génératrice et cinq ou six vaisseaux ligneux très petits. Ces petits faisceaux libéro-ligneux se rendent aux écailles.

Tissus conducteurs. — Le *liber* est relativement abondant, formé de petits éléments entourant de grandes cellules parenchymateuses.

L'*assise génératrice* est bien représentée, quoique assez mal définie par endroits.

Un *méristème vasculaire* très peu abondant et très irrégulièrement réparti lui fait suite. Quelques rares vaisseaux sont lignifiés. Les vaisseaux ligneux qu'on rencontre à ce niveau dans le cylindre central du support correspondent aux écailles les plus inférieures. Leur disposition montre une analogie frappante entre le système de vascularisation de la feuille et celui de l'écaille.

Moelle. — La moelle est formée de grands éléments, la plupart en voie de division.

Partie de la coupe correspondant au pétiole. — La partie de la coupe correspondant au pétiole de la feuille supérieure du support comprend trois faisceaux libéro-ligneux : les vaisseaux sont à large calibre, à parois minces. Chacun de ces trois faisceaux est entouré d'une ou plusieurs assises péricycliques à cellules allongées.

Entre la tige et le pétiole, on trouve un méristème formateur, origine d'un petit œil supplémentaire. Dans la généralité des cas, ce petit œil développe quelques écailles et avorte.

Enfin, on rencontre, comme nous l'avons déjà montré en étudiant l'œil, un tissu à cellules allongées, véritable feutrage de cellules, faisant suite au liège qui existe dans une région supérieure, quand le pétiole est détaché du rameau.

Amidon. — Il n'existe pas encore à cette époque d'amidon dans les cellules du support.

Oxalate de calcium. — L'oxalate est très peu abondant, mais uniformément répandu dans toutes les régions.

Cette région ainsi connue, nous n'avons pas cru devoir bor-

ner là nos recherches, et nous avons voulu étudier en détail la partie feuillée du support. Nous avons pu déterminer un certain nombre de points de repère et de coupes qui nous ont fourni : ceux-là autant de niveaux faciles à retrouver dans toutes les lambourdes que nous avons étudiées, celles-ci autant de termes de comparaison.

En effet, les faisceaux libéro-ligneux qui émanent de la feuille supérieure (puis bientôt des deux ou trois autres), font bientôt partie intégrante du cylindre central du support, et, tant que les faisceaux libéro-ligneux émanant des feuilles sont en nombre assez restreint, il est facile de se rendre compte du nombre de feuilles qui surmontent la région coupée et de rapporter un faisceau de la coupe à une feuille déterminée (1).

(1) A chaque pétiole correspondent en effet trois faisceaux libéro-ligneux principaux, dont le plus central est le plus développé. Imaginons une coupe présentant la disposition représentée par la figure ci-contre (fig. 14) :

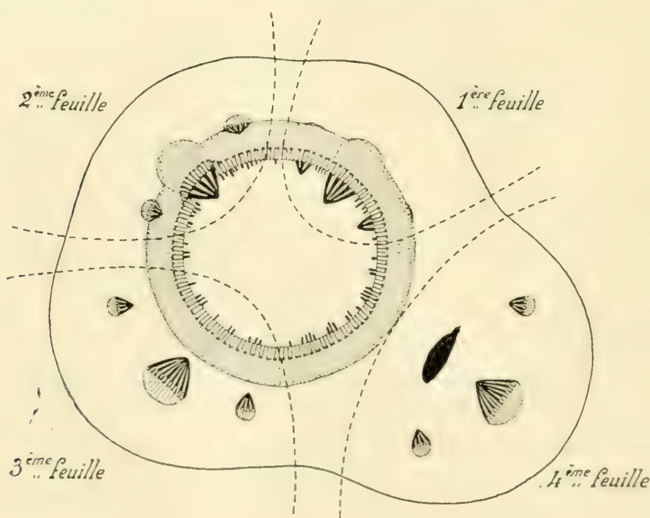


Fig. 14. — Figure théorique, montrant la disposition des faisceaux libéro-ligneux dans une coupe faite au-dessous du niveau d'insertion de la quatrième feuille.

Puisqu'il n'existe, entre les faisceaux libéro-ligneux émanant des pétioles, aucun vaisseau lignifié, il nous est facile de rapporter chaque groupe de trois faisceaux à une feuille différente.

D'autre part, les faisceaux les plus rapprochés du centre de la coupe, c'est-à-dire ceux qui ont pris leur place normale dans le cylindre central, sont évidemment ceux qui émanent de la feuille la plus éloignée, et, réciproquement, les faisceaux les plus éloignés du centre émanent de la feuille la plus rapprochée.

Étude complète de la partie feuillée du support. — Étudions donc la structure de ce support à différents niveaux.

1° *Niveau d'insertion de la deuxième feuille* (fig. 15). — Les faisceaux libéro-ligneux de la première feuille sont incorporés

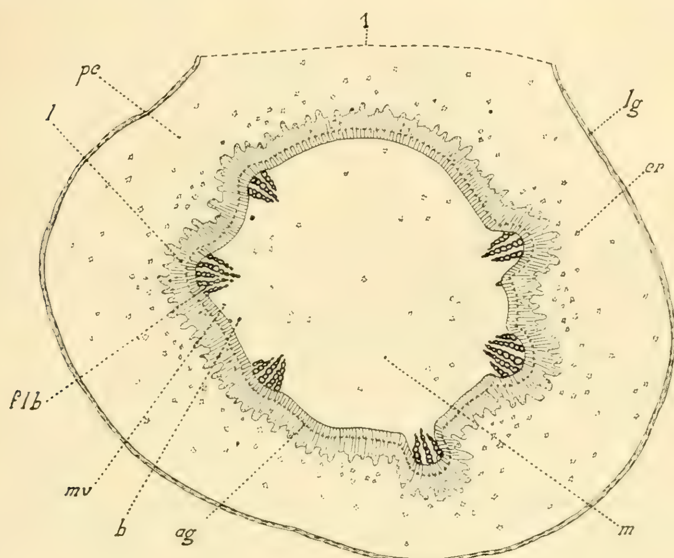


Fig. 15. — Coupe transversale du support de la lambourde, au-dessous du niveau de la deuxième feuille : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *mv*, méristème vasculaire ; *b*, bois ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *m*, moelle.

au cylindre central du support, ceux de la deuxième feuille sont aussi presque réunis.

Si nous comparons cette coupe avec la précédente, nous constatons que les seules différences intéressent le tissu vasculaire; l'écorce et la moelle ne varient pas sensiblement.

Le liber augmente d'épaisseur, et se spécifie de plus en plus ; les grandes cellules parenchymateuses deviennent moins nom-

Si donc une coupe d'un support au niveau des insertions foliaires présente l'aspect représenté par la figure 14, on peut en déduire :

1° Qu'il n'existait que quatre feuilles au-dessus de cette coupe;

2° Il est possible d'évaluer approximativement la quantité de tissu conducteur appartenant à chaque pétiole.

En choisissant une coupe bien appropriée, on pourrait arriver ainsi à déterminer la formule selon laquelle les feuilles s'insèrent sur la tige dans certaines espèces déterminées.

breuses. L'assise génératrice est bien représentée. Un méristème vasculaire lui fait suite, avec des éléments plus grands, plus réguliers, mais la lignification est presque nulle.

Si, à ce niveau, on essaie d'établir une proportion relative entre ces divers tissus, on obtient sensiblement les résultats suivants :

Écorce	1
dont Liber	$\frac{1}{6}$
Méristème vasculaire	$\frac{1}{24}$
Moelle	$\frac{2}{3}$

2° *Niveau inférieur.* — La distinction entre les faisceaux libéro-ligneux devient plus difficile quand le nombre des feuilles a augmenté, car ces dernières tendent ensuite à se superposer en direction (1).

Il est toujours facile, malgré cela, de constater qu'*à cette époque*, l'ensemble du bois est composé de paquets de fibres ligneuses ayant tous l'origine que nous indiquons plus haut.

Entre ces paquets, on trouve seulement par endroits trois à quatre vaisseaux ligneux réunis. Ces vaisseaux ligneux, quels qu'ils soient, sont toujours à large calibre et à parois minces.

L'assise génératrice est toujours formée d'éléments petits, aplatis.

Le liber présente de moins en moins de grands éléments parenchymateux.

Les proportions relatives entre les tissus sont les suivantes :

Écorce	1
dont Liber	$\frac{1}{4}$
Bois	$\frac{1}{5}$
Moelle	$\frac{2}{3}$

Amidon. — Il n'existe pas d'amidon à ce niveau.

Oxalate de calcium. — L'oxalate est plus abondant dans l'écorce que dans la moelle.

(1) Ce qui se produit rarement, car leur nombre oscille le plus généralement entre 3 et 5.

Structure de la partie basilaire de la lambourde (fig. 16). — Au-dessous de l'insertion de la dernière feuille, le rapprochement des faisceaux libéro-ligneux est tel que l'anneau de bois

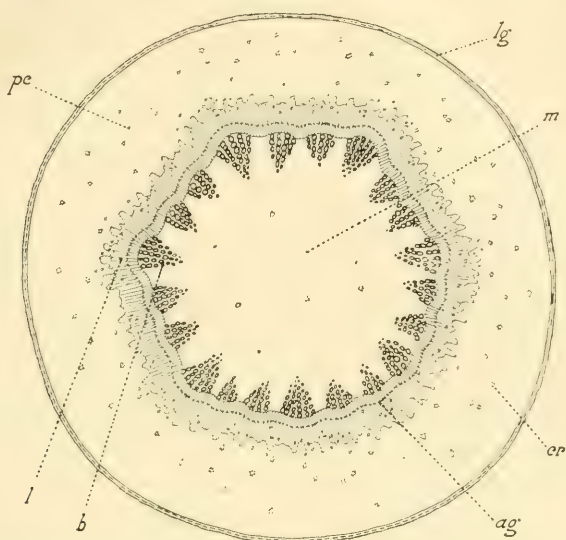


Fig. 16. — Coupe transversale de la partie basilaire du support de la lambourde recueillie en mai : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *m*, moelle , *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

peut paraître continu ; seule, la disposition des vaisseaux trahit leur origine (fig. 17).

Les vaisseaux ont un calibre relativement considérable.

Le parenchyme libérien présente un grand développement.

Proportions relatives des tissus.

Écorce	1
dont Liber	$\frac{1}{3}$
Bois	$\frac{1}{4}$
Moelle	$\frac{3}{4}$

L'*amidon* n'existe pas non plus dans la partie basilaire du support.

Oxalate de calcium. — Le nombre des cristaux répandus dans la moelle est si petit, qu'on peut dire que la moelle ne renferme pas d'oxalate de calcium. L'*écorce* en contient peu, mais c'est surtout le *liber* qui en contient assez abondamment.

En résumé : indépendamment des considérations relatives aux feuilles de la lambourde, l'étude de cet organe au printemps permet de faire les constatations suivantes :

1° *Le support de la lambourde est, à cette époque, seul développé; le bourgeon étant encore très réduit.*

2° *Ce support possède comme tissu ligneux les faisceaux qui émanent de la rosette de feuilles qu'il supporte, et, indépendamment d'eux, un méristème vasculaire peu abondant possédant de rares vaisseaux lignifiés.*

3° *Le liber prédomine sur le méristème vasculaire ou sur le tissu ligneux proprement dit.*

4° *L'amidon fait presque totalement défaut à cette époque dans les tissus du support.*

5° *L'oxalate de calcium est peu abondant : d'abord uniformément répandu dans toutes les parties au sommet de l'organe, il se rencontre plus abondamment dans l'écorce que dans la moelle dans les régions inférieures.*

Modifications de structure de la Lambourde déterminées par la saison et le milieu.

La structure de la lambourde au mois de mai étant connue, il nous a paru intéressant de suivre son développement et d'étudier les modifications qu'elle peut présenter suivant la saison, le milieu et les circonstances normales ou accidentelles auxquelles elle peut être soumise.

Indiquons tout d'abord l'ordre dans lequel nous présenterons la série de nos recherches relatives à ces divers sujets :

Modifications de la lambourde suivant la saison. — Nous avons recueilli à diverses époques de l'année, sur les mêmes sujets qui nous ont fourni les lambourdes étudiées dans le paragraphe précédent, un certain nombre d'échantillons que nous avions marqués au printemps. Ces échantillons étaient tous semblables à cette époque. Ces prélèvements nous ont permis de suivre pas à pas les transformations du bourgeon à fruit et de son support.

Une semblable récolte, faite au commencement de l'hiver, nous a permis de compléter ces données et d'établir la structure

de la lambourde au moment de la formation des fleurs dans le bourgeon.

Cette étude fait l'objet du chapitre second.

Les arbres sur lesquels nous avons prélevé les échantillons dont il est question plus haut poussaient dans un sol bien approprié au mode de culture du poirier, et des arrosages compensaient la sécheresse trop forte pendant la période d'été. Nous avons recueilli à Fontainebleau des échantillons sur des arbres plantés en terrain sableux et dans un sol extrêmement sec. L'expérience prouve que, dans ces conditions, la floraison est abondante et la fructification presque nulle. Nous avons cherché à déterminer si des différences de structure correspondent à ces différences de milieu.

Les résultats seront exposés dans le troisième chapitre.

Enfin, nous avons, dès la fin de mai, effeuillé totalement un certain nombre de lambourdes, les unes poussées sur des arbres plantés en sol normal, les autres sur des sujets plantés en terrain très sec. Nous avons choisi pour chaque effeuillage des témoins convenables.

Nous pourrons ainsi comparer les modifications de structure produites dans les supports et la répercussion de cet effeuillage sur le développement du bourgeon.

Ces modifications sont exposées au cours du chapitre IV.

Une comparaison s'impose en outre, entre le support du bourgeon à fruit (partie annuelle) et le rameau. Tous deux se développent la même année, mais le développement de l'un est continu, le développement de l'autre ne l'est pas. Le rameau porte de nombreuses feuilles et les entrenœuds sont très grands. La lambourde possède peu de feuilles, et ses entrenœuds sont très courts.

Sans vouloir consacrer un chapitre spécial à ce rapprochement, nous établirons des comparaisons assez fréquentes au cours de notre exposé.

Enfin, dans les chapitres II, III, IV, nous considérons toujours des lambourdes à développement normal, se formant en

deux ans et fructifiant la troisième année : il était nécessaire d'indiquer le mode de développement de certaines espèces, l'une très vigoureuse, l'autre donnant presque exclusivement des productions fruitières, le sujet se trouvant ainsi dans ce dernier cas, ruiné en quelques années.

A ce propos, nous étudierons les productions fruitières autres que la lambourde, et, de divers rapprochements, nous essaierons de tirer quelques conclusions relatives au développement d'un rameau et aux productions fruitières qui doivent normalement s'y développer.

Cette étude fait l'objet du chapitre V.

A l'occasion de ces différentes recherches, nous avons essayé de déterminer les quantités relatives d'amidon et d'oxalate de calcium contenues dans les sujets étudiés et leur localisation dans les divers tissus. Nous indiquerons les résultats relatifs à ce point particulier à la suite de l'exposé de nos recherches sur chacun des cas que nous allons successivement passer en revue.

Modifications de structure de la lambourde suivant la saison (1).

Avant d'étudier les modifications de structure dues au milieu dans lequel vit le sujet, il est nécessaire de connaître les différentes phases du développement des lambourdes recueillies sur les sujets que nous avons pris comme types.

Nous étudierons donc tout d'abord des échantillons prélevés en été sur les sujets qui nous ont fourni les lambourdes étudiées précédemment. Les nouveaux prélèvements ont été faits vers le 1er juillet, c'est-à-dire deux mois exactement après les premiers.

Nous aurons donc à comparer les résultats qui nous seront fournis par ces observations : d'une part avec ceux qui résultent

(1) Ce deuxième chapitre ayant pour objet de fixer les époques pendant lesquelles les diverses parties de la lambourde effectuent leur développement, nous donnerons nos conclusions à la suite de chaque paragraphe, chacun d'eux marquant en quelque sorte une étape nouvelle dans le développement de l'organe que nous étudions.

Nous éviterons ainsi, à la fin du chapitre, des répétitions inutiles.

de l'étude précédente, et cette comparaison nous renseignera sur les modifications qui s'accomplissent dans le bourgeon à fruit et dans son support pendant la deuxième moitié du printemps. (Nous avons en effet déjà constaté que le support a atteint une certaine longueur au commencement du mois de mai.) Nous aurons enfin par la suite à comparer ces résultats avec ceux que nous obtiendrons en faisant des coupes dans des lambourdes recueillies aussi vers le 1er juillet sur des arbres de même espèce vivant en terrain sableux et très sec (Fontainebleau). Cette étude nous fera connaître l'influence de la sécheresse sur la constitution du bourgeon à fruit.

Étude anatomique de lambourdes recueillies le 1er juillet.
(*Sujet ayant vécu en terrain propre à la culture.*)

Le bourgeon proprement dit. — Le bourgeon, dont la longueur atteignait à peine, deux mois auparavant, quelques millimètres, a commencé son développement. Il n'a pas atteint sa longueur maxima, et nous verrons que son développement correspond plus exactement à la période d'été, mais il présente dès maintenant une organisation qui lui est propre et il est possible de faire un certain nombre de coupes transversales permettant d'étudier sa structure, les tissus étant maintenant très suffisamment différenciés.

Nous laissons de côté son extrémité terminale qui ressemble en tous points à la région semblable déjà décrite lors de l'étude précédente, nous y retrouvons en effet le méristème formateur qui caractérise le sommet de tout organe appelé ou non à un développement immédiat.

Coupe transversale dans le bourgeon proprement dit.

Si nous faisons une coupe transversale, au-dessus du niveau d'insertion de la première feuille supérieure, à égale distance entre ce niveau et l'extrémité terminale du bourgeon proprement dit, nous y distinguons très nettement les tissus propres du bourgeon de ceux qui constituent les écailles.

Écorce. — L'écorce du bourgeon étant limitée par les tissus propres aux écailles, on trouve autour du parenchyme cortical

et à l'extérieur, une couche de cellules allongées, à parois minces, tissu en voie de différenciation.

Le parenchyme cortical forme une couche assez épaisse, mais le péricycle est peu net.

Tissus conducteurs. — Les tissus conducteurs sont ici différenciés.

Le liber est formé de petits éléments séparés par de grandes cellules allongées dans le sens radial. L'assise génératrice est très nette ; enfin, non seulement un méristème vasculaire représente le tissu conducteur de la sève brute, mais un certain nombre de vaisseaux sont lignifiés.

La moelle est formée d'éléments qui diffèrent beaucoup de grandeur entre eux.

Amidon. — On trouve à cette époque peu d'amidon dans le bourgeon proprement dit.

Oxalate de calcium. — En revanche, l'oxalate de calcium est beaucoup plus abondant que dans les coupes correspondantes de la série précédente. Il paraît, d'autre part, uniformément réparti dans les divers tissus (moelle, parenchymes).

Ainsi donc, pendant ces deux mois, le développement de la lambourde s'est manifesté par un léger accroissement du bourgeon lui-même, mais aussi par des modifications dans la structure du support, structure que nous allons maintenant étudier.

Étude de la partie feuillée du support. — Pour éviter des répétitions inutiles, nous étudierons seulement deux niveaux différents.

1° *Coupe au niveau de l'insertion de la première feuille supérieure.*

Écorce. — Un *liège* (*lg*) très réduit recouvre une couche formée de plusieurs assises de cellules allongées à parois assez épaisses. Le *parenchyme cortical* (*pc*) est abondant ; le péricycle, formé d'une seule assise de cellules, est quelquefois indistinct.

Tissus conducteurs. — Le liber est formé de petits éléments à parois minces. L'*assise génératrice* (*ag*), formée de plusieurs rangées de petites cellules, donne naissance à un *méristème vasculaire* (*mv*) formant une couche composée de une à six

rangées de cellules de formes très irrégulières. On rencontre par endroits plusieurs vaisseaux lignifiés.

Ainsi donc, à cette date, indépendamment de la formation d'un méristème vasculaire formant un anneau continu, la lignification d'un certain nombre de vaisseaux forme l'esquisse d'un véritable anneau ligneux.

Le nombre des faisceaux libéro-ligneux émanant des feuilles n'augmente plus cependant, puisque aucune feuille nouvelle ne

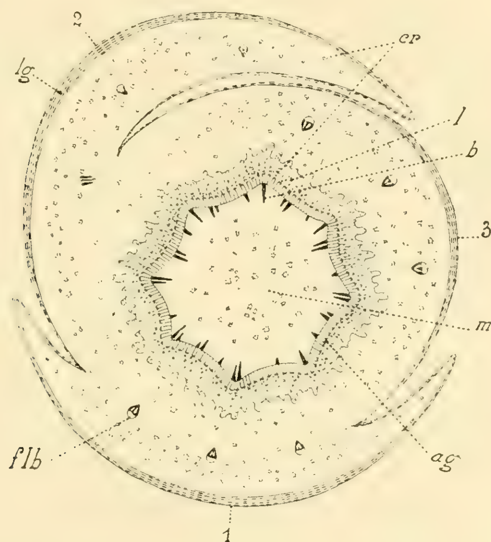


Fig. 17. — Coupe transversale de la lambourde dans la région immédiatement supérieure à l'insertion de la première feuille : *lg*, liège ; *l*, liber ; *b*, bois ; *flb*, faisceau libéro-ligneux des écailles ; *ag*, assise génératrice ; *m*, moelle ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

se forme plus, mais nous avons vu que l'accroissement du bourgeon proprement dit, détermine l'augmentation du nombre des écailles. Les nouveaux vaisseaux ligneux, groupés ou non, et disposés souvent sans régularité apparente, correspondent à ces écailles nouvelles. L'anneau de bois ne sera cependant, jamais complet à ce niveau, mais nous verrons le nombre des vaisseaux lignifiés augmenter de plus en plus à mesure que le bourgeon terminal s'accroît.

Amidon. — L'amidon commence à apparaître à cette époque un peu au-dessus du niveau que nous étudions en ce moment.

Il apparaît tout d'abord dans la moelle, et l'écorce n'en contient pas encore.

Oxalate de calcium. — L'oxalate de calcium (*cr*) est beaucoup plus abondant à cette époque et à ce niveau que dans les échantillons comparables de la série précédente. Sa répartition se modifie un peu : il est moins abondant dans la moelle que dans l'écorce, et très abondant dans le liber.

Proportions relatives des tissus entre eux. — Si nous mesurons l'épaisseur des divers tissus, et si nous comparons les chiffres obtenus au rayon de la coupe, ramené à 10, nous obtenons, en faisant une réduction analogue pour tous les chiffres :

RAYON	10		
Écorce	4,5	Soit : Écorce	1
dont Liber	1,0	dont Liber	$\frac{1}{5}$
Méristème vasculaire	0,5	Bois	$\frac{1}{10}$
Moelle	4,0	Moelle	$\frac{3}{4}$

Avant de tirer aucune conclusion, nous décrirons tout d'abord des coupes faites à des niveaux inférieurs.

2° *Coupe au-dessous du niveau d'insertion de la deuxième feuille* (fig. 18).

Écorce. — L'*écorce* (*ec*) est formée d'une assise assez mince de *liège* (*lg*) entourant un parenchyme cortical dans lequel on peut distinguer deux régions : la région voisine de l'assise génératrice du liège est formée d'éléments relativement petits, l'autre partie du parenchyme cortical, qui se termine au péricycle, est formée d'éléments plus grands.

Tissus conducteurs. — Le *liber* est plus développé que dans les régions supérieures ; les vaisseaux lignifiés sont aussi beaucoup plus nombreux que dans la partie supérieure du support.

Proportions relatives entre les tissus. — Nous pouvons établir ici les proportions relatives entre les tissus et placer en regard les chiffres obtenus lors de l'étude que nous avons faite de la lambourde au mois de mai.

Le diamètre de la lambourde, considérée à la hauteur à laquelle nous venons de faire cette dernière coupe, est un peu supérieur à celui de la coupe correspondante faite dans la lambourde plus jeune.

L'écorce présente sensiblement la même épaisseur, c'est-à-dire les 2/5 environ du rayon.

Le liber est un peu mieux représenté dans ce dernier cas,

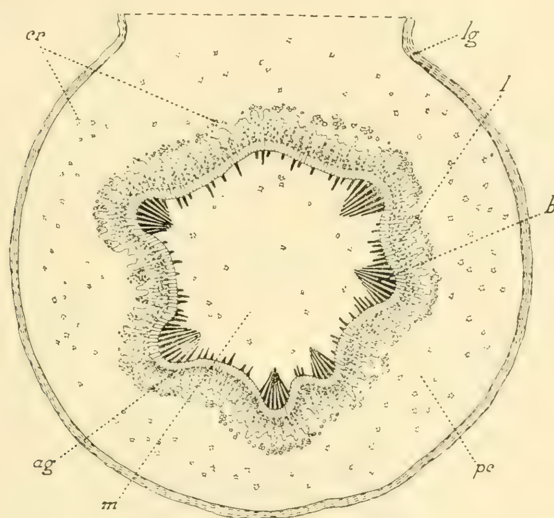


Fig. 18. — Coupe transversale du support de la lambourde au-dessous du niveau d'insertion de la deuxième feuille : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *b*, bois ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *ag*, assise génératrice ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *m*, moelle.

mais la différence est assez peu sensible et ne peut être traduite en chiffres d'une manière bien exacte.

Le bois s'est accru, au contraire dans de notables proportions : égal aux 2/10 du rayon dans le cas de la lambourde de mai, il est ici égal aux 3/10. La moelle occupe sensiblement la même place et présente le même développement dans les deux cas.

Amidon. — A ce niveau, le support renferme peu d'amidon, mais toujours cet amidon est plus abondant dans la moelle que dans l'écorce.

Nous verrons plus loin que la quantité d'amidon est très variable à une même époque dans des organes semblables et à des niveaux identiques, suivant la nature du sol.

Oxalate de calcium. — En très petite quantité dans la moelle, il est assez peu abondant dans l'écorce, mais on en trouve toujours de grandes quantités dans le liber.

On en trouve des amas, formant une ligne presque continue, à la place même qu'occupe l'anneau de sclérenchyme dans le rameau.

Étude de la région basilaire de la lambourde.

Coupe faite dans la partie annuelle de la lambourde, au-dessous du niveau d'insertion de la dernière feuille. — Le *liège* (*lg*) est plus épais que dans les parties supérieures. Quant au *parenchyme cortical* (*p c*), il affecte la même disposition que

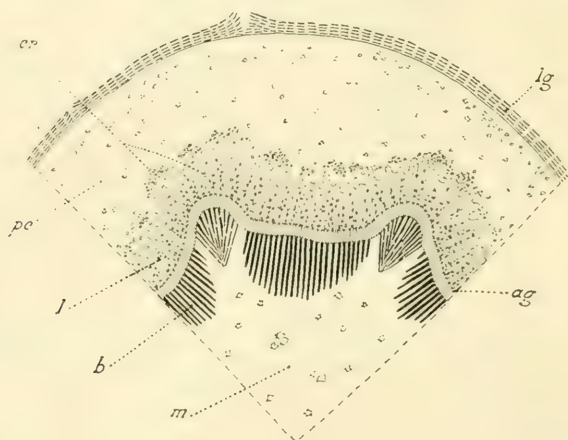


Fig. 19. — Coupe transversale de la région basilaire de la lambourde; *lg*, liège; *pc*, parenchyme cortical; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium; *l*, liber; *ag*, assise génératrice; *b*, bois; *m*, moelle.

dans les niveaux déjà étudiés. Il en est de même du liber (*l*), mais les caractères particuliers présentés par ces tissus dans les régions supérieures de la lambourde s'accentuent encore (augmentation d'épaisseur du liber, abondance d'oxalate de calcium dans les régions où nous avons tout à l'heure indiqué sa présence).

Tissus ligneux. — Le *bois* forme à ce niveau une assise presque continue. Les vaisseaux sont tous à large calibre et à parois minces.

Notons enfin que la sclérification envahit quelquefois les cellules de la moelle, voisines des vaisseaux ligneux.

Les proportions relatives entre les tissus sont sensiblement les mêmes que dans la région voisine étudiée plus haut.

Amidon. — L'amidon est beaucoup moins abondant dans cette partie du support que dans la région feuillée. Mais on en trouve de gros grains et même de véritables amas gorgeant les intervalles des faisceaux libéro-ligneux.

L'oxalate de calcium présente la même disposition que dans la région supérieure.

En résumé, la comparaison entre plusieurs lambourdes semblables et semblablement placées le 1er mai et recueillies, les unes le 1er mai, les autres le 1er juillet, donne les résultats suivants relatifs au développement de cet organe pendant ces deux mois de l'année.

1° *Le bourgeon proprement dit a légèrement accru son volume, il possède un liber assez abondant et seulement quelques vaisse ux lignifiés provenant des écailles qui le recouvrent.*

2° *Le support a subi quelques modifications de structure :*

a) *Des vaisseaux ligneux indépendants des faisceaux libéro-ligneux des pétioles se forment au printemps ;* peu abondants encore, leur nombre grandira de plus en plus. Du reste, on retrouve nécessairement dans le support, les vaisseaux ligneux dont nous avons constaté la présence dans le bourgeon proprement d

b) *Le liber prédomine toujours sur le méristème vasculaire, surtout dans le bourgeon et la partie feuillée du support.*

c) *L'amidon commence à apparaître. On en trouve dans le bourgeon proprement dit et dans la partie du support qui supporte les feuilles.*

d) *L'oxalate de calcium est plus abondant à cette époque que deux mois auparavant.* — Il est toujours plus abondant dans l'écorce que dans la moelle. Nous l'avons trouvé en abondance dans le liber et près du liège, c'est-à-dire au voisinage des assises génératrices. Nous aurons plus loin l'occasion de revenir sur cette disposition générale des cristaux d'oxalate de calcium.

Étude de la lambourde en octobre.

(Sujets recueillis entre le 1er et le 15 octobre.

En marquant dans l'étude du développement du bourgeon à fruit trois étapes successives, nous n'avons pas choisi arbitrairement les époques auxquelles nous nous arrêtons pour l'étude anatomique de cet organe.

Nous venons de voir qu'au printemps, c'est le support du bourgeon qui s'accroît et développe ses feuilles, le bourgeon demeurant très réduit. Mais ces feuilles de lambourde ont généralement atteint leur complet développement vers le commencement de juin ; la période qui commence vers cette époque semble marquer en quelque sorte la phase d'organisation du bourgeon lui-même, phase que nous limitons au moment de la formation des fleurs.

C'est ainsi que, pendant l'été, le bourgeon proprement dit a pris un grand développement : il s'est allongé et il a grossi. Nous devons donc nous attendre à trouver dans le bourgeon lui-même des changements de structure importants, tandis que les modifications que nous serons appelés à constater dans le support ne seront en quelque sorte que le retentissement des changements survenus dans le bourgeon.

Étude du bourgeon proprement dit. — Laissant de côté l'extrémité tout à fait terminale qui ne présente en coupe transversale qu'un amas de cellules de méristème formateur déjà décrit, nous étudierons en détail la structure du bourgeon à différents niveaux.

Dans un tel organe, il est difficile de désigner d'une façon très précise les niveaux auxquels correspondent les coupes. Les écailles, en effet, s'insèrent très près les unes des autres, et le bourgeon se présente avec une telle régularité d'aspect qu'on ne trouve pas à sa surface de points de repère suffisants pour indiquer avec une grande exactitude les niveaux par où passent les coupes qu'on étudie.

Nous indiquerons cependant trois plans différents dans un tel organe, et nous ferons des coupes : 1° au voisinage de l'extrémité terminale, alors qu'il est possible de distinguer une sépa-

ration nette entre les tissus des écailles et ceux du bourgeon ; 2° vers le milieu de l'organe, niveau relativement facile à déterminer, à cause du renflement produit par les écailles très abondantes à cet endroit, toutes les écailles, excepté les plus inférieures, se prolongeant au moins jusqu'à cette hauteur; notre coupe intéresse une région un peu inférieure à ce renflement ; 3° à la base même du bourgeon et immédiatement au-dessus du niveau d'insertion de la première feuille du support, de telle manière cependant que les tissus du pétiole ne soient pas compris dans la coupe.

1° Région très voisine du sommet. — L'*écorce* est formée d'un épiderme simple, recouvrant une assise sous-épidermique à cellules allongées, la plupart cloisonnées et en voie de division. Le parenchyme cortical débute par un certain nombre d'assises de cellules plus petites, arrondies, et se compose ensuite d'éléments plus grands. Toutes ces cellules sont à parois très minces. Une assise péricyclique constitue une ligne de démarcation très nette entre le parenchyme cortical et le liber.

Le *liber* forme une couche d'aspect irrégulier. Les cellules qui le constituent, petites, à parois minces, sont groupées en petits paquets auxquels fait suite un méristème vasculaire peu abondant.

Tissu ligneux. — On voit de place en place quelques groupes de deux à quatre vaisseaux lignifiés, petits, à calibre très réduit, à parois peu épaisses. Ces vaisseaux ligneux si peu nombreux constituent le système de vascularisation des rares écailles qui s'insèrent au-dessus du niveau par où passe la coupe.

La *moelle* est formée de grandes cellules arrondies, laissant entre elles de nombreux méats intercellulaires.

Amidon. — Nous trouverons dans toutes ces coupes du bourgeon de grandes quantités d'amidon. Les régions supérieures que nous étudions en ce moment en renferment beaucoup et les cellules de la moelle en sont absolument gorgées. Les tissus des écailles supérieures (intéressées par la coupe) en présentent également une extrême abondance.

Oxalate de calcium. — On trouve à ce niveau des macles d'oxalate assez nombreuses, et uniformément répandues dans les divers tissus (moelle et parenchymes de l'écorce).

Ainsi donc, à ce niveau très voisin de l'extrémité terminale, les tissus sont nettement différenciés, renferment beaucoup de réserves, mais le système de vascularisation est presque nul. La structure du bourgeon est très différente quand on étudie les régions inférieures.

2° Coupe dans la région moyenne du bourgeon. — Le nombre des écailles a beaucoup augmenté à mesure que le bourgeon s'est accru et ces écailles sont insérées en des points très voisins. Il en résulte qu'au milieu du parenchyme cortical formé de petits éléments très abondants et très serrés, on observe la présence de petits faisceaux renfermant un ou plusieurs petits vaisseaux lignifiés entourant de petites cellules parenchymateuses à parois minces, et correspondant aux faisceaux libéroligneux des écailles supérieures (*n*), ces faisceaux n'ayant pas encore pris leur place dans le cylindre central du bourgeon (fig. 20).

Cylindre central. — Un péricycle à grands éléments entoure un *liber* (*l*) beaucoup plus abondant, et plus régulièrement disposé que dans les régions supérieures.

Une *assise génératrice* (*ag*) très nette donne vers l'intérieur un *méristème vasculaire* (*mv*) formant un anneau continu ; les vaisseaux lignifiés, réunis par groupes de deux à cinq, forment un cercle de tissu ligneux, presque ininterrompu.

Les vaisseaux sont à parois épaisses et à calibre assez étroit.

La *moelle* (*m*) est formée de grands éléments à parois minces.

Étudions enfin les coupes faites à la base du bourgeon, le niveau étant déterminé ainsi que nous l'avons dit plus haut.

3° Région inférieure du bourgeon. — *Écorce.* — Nous signalerons seulement l'épaisseur plus grande des parois des cellules du parenchyme cortical.

Cylindre central. — Le *liber* est très abondant et formé de deux assises distinctes : une région voisine de l'assise génératrice et formée d'éléments petits et aplatis, une seconde, extérieure par rapport à la précédente, formée d'éléments plus grands.

Les vaisseaux ligneux forment à ce niveau un anneau continu. Ces vaisseaux forment des files comprenant de trois à huit éléments lignifiés, séparés par des éléments de méristème vas-

culaire. Ces vaisseaux sont assez variables comme forme et comme aspect. Il est possible de distinguer un certain nombre d'entre eux, les plus récemment formés, qui présentent une forme aplatie, un calibre très réduit, des parois épaisses : ils correspondent à la séve d'août.

Amidon. — L'amidon est très abondant à tous ces niveaux.

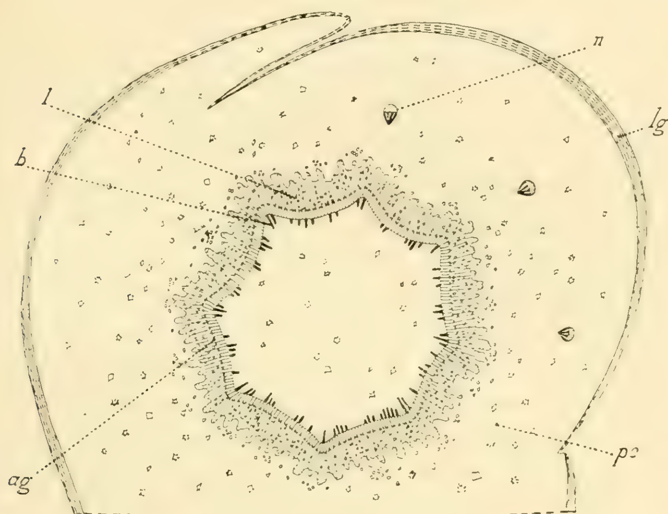


Fig. 20. — Coupe transversale vers le milieu du bourgeon à fruit de *Pirus communis.* (Lambourde recueillie au commencement d'octobre) : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *b*, bois ; *ag*, assise génératrice ; *n*, faisceau libéro-ligneux d'une écaille supérieure.

On en trouve toujours beaucoup plus dans la moelle que dans l'écorce.

Oxalate de calcium. — On rencontre beaucoup plus d'oxalate à ce niveau que dans les régions supérieures, mais cet oxalate n'est plus également réparti dans tous les tissus : rare dans la moelle, peu abondant dans l'écorce, on le trouve surtout dans le liber.

L'étude anatomique de ce bourgeon nous permet de le considérer comme un organe nettement individualisé, possédant des caractères qui lui sont propres, une structure particulière. Cet organe, qui ne possède comme système ligneux que des vaisseaux provenant des écailles, est le siège de phénomènes inté-

ressants qui s'effectuent en un temps relativement très court : la formation des fleurs. Mais avant d'aborder cette partie du développement qui n'intéresse que le bourgeon proprement dit, étudions rapidement la structure du support à l'automne, les modifications anatomiques que nous pourrons y observer sont pour la plupart déterminées par les changements que nous venons de constater dans le bourgeon lui-même.

Étude du support. — Nous considérerons comme précédemment trois niveaux différents que nous déterminerons facilement par l'insertion des feuilles.

1° *Coupe au niveau d'insertion de la 1re feuille.* — Cette région étant très voisine de la base du bourgeon que nous venons de décrire précédemment, les mêmes tissus doivent évidemment se retrouver dans les deux coupes. Mais le diamètre du support à ce niveau est sensiblement supérieur à celui de la base du bourgeon. Il en résulte une diminution *apparente* du tissu ligneux. Or, les vaisseaux dont nous avons constaté la présence à la base du bourgeon se retrouvent nécessairement dans cette partie du support; nous pouvons même ajouter qu'ils s'y retrouvent seuls, car aucune feuille ne s'est encore insérée sur le support à cette hauteur.

Le liber présente sensiblement la même épaisseur que dans la coupe précédente. En ce qui concerne l'écorce, notons seulement une épaisseur plus grande du liège.

Des modifications plus importantes dans la structure apparaissent presque immédiatement, si on fait une série de coupes dans une région inférieure du support.

2° *Coupe au-dessous du niveau d'insertion de la 2e feuille* (fig. 21). Un *liège* (*lg*) relativement assez épais, et dont l'assise génératrice fonctionne encore, recouvre plusieurs assises de *parenchyme cortical* à cellules irrégulières et à parois épaisses. On rencontre ensuite un anneau de parenchyme cortical à cellules arrondies et à parois moins épaisses.

Le *liber* est abondant.

Bois. — Indépendamment des *faisceaux libéro-ligneux* (*flb*), le nombre des vaisseaux lignifiés est très grand, et, dès ce niveau,

on trouve un cercle presque complet de vaisseaux ligneux. Les cellules médullaires voisines sont sclérifiées, et la sclérification se produit donc dans ce cas de la périphérie vers le centre. Nous

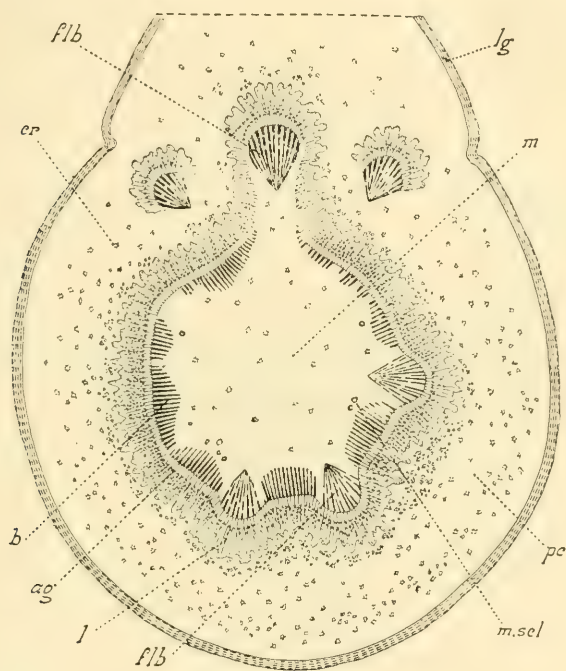


Fig. 21. — Coupe transversale du support d'une lambourde au niveau d'insertion de la deuxième feuille ; *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *m*, moelle ; *m. scl.* cellules médullaires sclérifiées ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

verrons plus loin qu'en terrain sec, la sclérification de la moelle est plus rapide et ne se produit pas ainsi.

La couche de vaisseaux ligneux est plus épaisse entre les faisceaux libéro-ligneux que dans les régions qui n'en possèdent pas encore. L'appel foliaire qui s'exerce détermine très certainement cette formation de vaisseaux ligneux plus nombreux.

Amidon. — A un tel niveau, la moelle est gorgée de grains d'amidon, le parenchyme cortical en renferme moins.

Oxalate de calcium. — On en trouve très peu dans la moelle, un peu plus dans l'écorce, il est extrêmement abondant dans le liber et les cellules péricycliques. Le pétiole de la feuille en renferme beaucoup.

3° *Étude de la région basilaire du support.* (*Coupe au-dessous du niveau d'insertion de la dernière feuille.*) (fig. 22).

Écorce. — Notons simplement l'épaisseur de la couche de *liège* (*lg*) et la quantité moindre de *parenchyme cortical* (*pc*).

Le *liber* est très abondant.

Bois. — Le *bois* est plus abondant qu'il n'était au printemps.

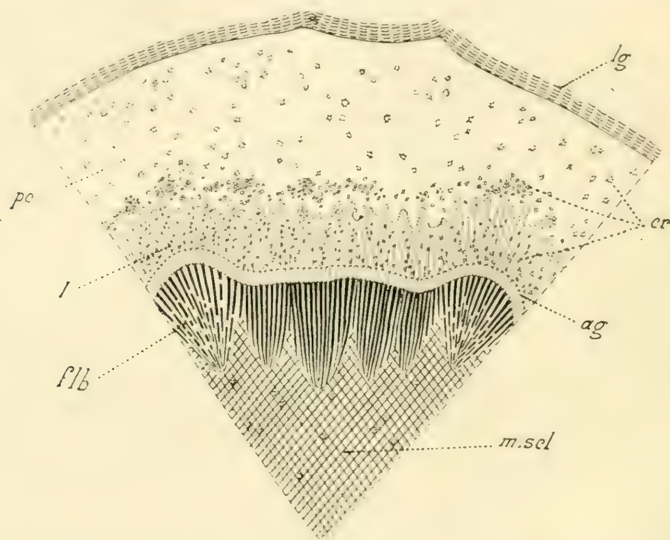


Fig. 22. — Coupe transversale de la partie basilaire de la lambourde recueillie en octobre : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *m.scl*, moelle sclérifiée ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

La couche de bois à larges vaisseaux s'est augmentée d'un anneau, peu épais il est vrai, de bois d'automne, mais les parois des vaisseaux formés depuis cette époque ont toutes une grande épaisseur.

La *moelle* est entièrement sclérifiée.

Rapprochement entre la partie basilaire de la lambourde et le rameau de l'année. — Cette partie basilaire de la lambourde présente l'aspect d'un rameau normal, dans lequel les tissus vivants ont pris un grand développement, tandis que les tissus morts sont réduits de beaucoup. Nous avons eu l'occasion, au cours du premier chapitre, d'étudier en détail la structure du rameau de l'année, et nous avons établi certains rapports entre les différents tissus.

Si nous faisons le même calcul pour les tissus de la lambourde (région basilaire), nous obtenons des nombres différents qu'il est intéressant de rapprocher des précédents.

Résumons donc dans un tableau les divers résultats obtenus :

1° Pour le rameau normal ;

2° Pour le rameau pincé ;

3° Pour la lambourde (région basilaire).

Nous pouvons d'autant mieux faire ce rapprochement que les rameaux et les lambourdes ont été recueillis le même jour sur les mêmes sujets ou sur des arbres de la même espèce très voisins les uns des autres.

RAMEAU NON PINCÉ. *Rayon* : 10.		RAMEAU PINCÉ. *Rayon* : 10.		LAMBOURDE (partie basilaire). *Rayon* : 10.	
Écorce	1,6	Écorce	2,2	Écorce	3,3
Liber	0,65	Liber	1,1	Liber	2,0
Bois	5,5	Bois	3,7	Bois	2,0
Moelle	2,3	Moelle	2,8	Moelle	2,6

Si, comme nous l'avons fait précédemment, nous prenons pour unité l'écorce, au sens ancien du mot, nous obtenons pour les autres tissus, les rapports suivants :

RAMEAU NON PINCÉ.		RAMEAU PINCÉ.		LAMBOURDE.	
Écorce	1	Écorce	1	Écorce	1
dont Liber	$\frac{3}{10}$	dont Liber	$\frac{1}{3}$	dont Liber	$\frac{2}{5}$
Bois	2,4	Bois	1,1	Bois	$\frac{2}{5}$
Moelle	1,0	Moelle	$\frac{4}{5}$	Moelle	$\frac{1}{2}$

Le simple examen de ces tableaux permet de constater la réduction du bois dans la partie annuelle de la lambourde.

En effet, dans un rameau normal, le tissu ligneux représente à lui seul $\frac{58}{100}$ du rayon, c'est-à-dire plus de la moitié ; dans la partie basilaire de la lambourde, ce rapport n'est plus que de $\frac{1}{5}$. L'écorce, au contraire, sensiblement égale au $\frac{1}{5}$ du rayon, dans le rameau, est avec lui dans le rapport $\frac{1}{2}$ si on considère la partie basilaire de la lambourde. Nous pouvons constater

également que le liber occupe une place plus grande dans cette région de la lambourde que dans un rameau quelconque.

Nous ne voulons pas en ce moment tirer d'autres conclusions de cet exposé. La lambourde n'est pas, en effet, la seule production fruitière : nous en avons cité deux autres : le *dard* et la *brindille*, nous les étudierons au cours d'un chapitre suivant. Nous rapprocherons les chiffres que nous établirons à leur sujet de ceux que nous venons d'obtenir, et les conclusions que nous pourrons tirer seront d'un ordre plus général que celles que nous pourrions déduire du seul rapprochement que nous venons de faire.

CONCLUSIONS RELATIVES AU DÉVELOPPEMENT DE LA LAMBOURDE PENDANT LA PÉRIODE D'ÉTÉ

Nous pouvons tirer de cette étude les conclusions suivantes :

1° *La période d'été représente la phase d'organisation du bourgeon proprement dit.* (La période de végétation du printemps représentant plutôt celle du support. Pendant cette saison, le bourgeon augmente de longueur et de volume, développe de nombreuses écailles ; il en résulte *la formation dans le bourgeon lui-même d'un anneau complet de vaisseaux ligneux*, lesquels émanent uniquement des écailles.

Le liber est abondant. L'écorce et la moelle sont très développés.

2° Le support subit un certain nombre de modifications : les unes corrélatives aux changements survenus dans le bourgeon, les autres indépendantes de ces transformations. En effet, les vaisseaux ligneux émanant des écailles se retrouvent évidemment dans le cylindre central du support ; d'autre part, *il se constitue dans le support un anneau complet de bois d'automne. Tous les vaisseaux du bois, quels qu'ils soient, épaississent beaucoup leurs parois. La sclérification de la moelle, incomplète encore à la partie supérieure du support, mais complète à sa base,* débute au voisinage des vaisseaux ligneux et gagne progressivement le centre.

3° L'*amidon*, que nous avons trouvé en faible quantité dans les divers tissus du bourgeon et de son support pendant le printemps, *est maintenant en grande abondance*, surtout dans le bour-

geon lui-même. Les cellules de la moelle en renferment toujours beaucoup plus que les cellules de l'écorce. *L'amidon mis en réserve par un organe de cette nature se trouve donc nettement déterminé comme amidon d'été.* Cet amidon ne sera consommé que l'année suivante, au moment du développement des fleurs, développement qui précède celui des feuilles et qui devance par conséquent la poussée de sève du printemps.

4° Quant à l'*oxalate de calcium,* la quantité existant en juillet a certainement augmenté. Le bourgeon à fruit, examiné à l'automne, contenant à la fois en abondance de l'amidon et de l'oxalate de calcium, deux hypothèses peuvent être faites : ou bien la formation de l'oxalate est corrélative à la production de l'amidon, ou bien il n'y a au contraire aucune relation entre ces deux corps. Nous avons pu constater que l'oxalate de calcium existe déjà en notable quantité, alors que l'amidon est très peu abondant. Il paraît donc plus légitime d'admettre que l'oxalate de calcium est corrélatif à la formation des tissus eux-mêmes, véritable résidu laissé en place ou entraîné par la sève et entassé pour ainsi dire dans les parties de la plante où le mouvement de la sève est le plus lent.

Nous avons vu, il est vrai, que la quantité d'oxalate s'accroît pendant que l'amidon devient lui-même plus abondant, mais, pendant cette période d'été, le travail de prolifération des cellules du bourgeon proprement dit et les modifications qui s'accomplissent dans le support paraissent fournir une explication plus rationnelle de l'augmentation du nombre des cristaux d'oxalate dans les tissus. En résumé, *la quantité d'oxalate de calcium ne paraît pas varier quand il s'opère dans certains organes un travail d'emmagasinement de réserves à l'intérieur de leurs cellules.*

MODIFICATIONS SUBIES PAR LE BOURGEON
PENDANT LE DÉVELOPPEMENT DES FLEURS

Nous avons montré dans le paragraphe précédent que, par sa structure, le bourgeon qui termine une lambourde est un organe très particulier, et qui diffère beaucoup, par exemple, du bourgeon terminal du rameau que nous avons décrit au cours du chapitre premier.

Cet organe n'est pas seulement très différencié par ses caractères anatomiques, mais il présente dans son mode de développement d'autres particularités. L'expérience montre que, dans la grande majorité des cas, et à moins de circonstances tout à fait particulières, ce bourgeon de lambourde doit porter des fleurs.

C'est en effet au moment même où toutes les productions rameuses cessent de s'accroître, c'est-à-dire à la fin de l'automne, que le bourgeon appelé à fructifier présente son maximum d'activité. Le bourgeon à fruit accroît légèrement son volume, et les transformations qui se produisent peuvent se résumer ainsi : 1° allongement de la partie terminale du bourgeon ; 2° formation de productions nouvelles qui, par une suite de transformations successives, donnent des organes floraux peu développés, mais bien caractérisés ; 3° à côté de ces organes destinés à la fructification, il se produit également, non des écailles comme il s'en est formé pendant tout l'été, à l'extrémité du bourgeon, écailles qui s'étagent maintenant latéralement, mais formation de véritables petites feuilles, destinées à un précoce développement (1).

Nous n'avons pas à revenir sur la suite des transformations que subit un organe foliaire naissant pour se déterminer en fleur, cette question a déjà été traitée et est exposée avec beaucoup de détails dans les ouvrages de botanique. Nous signalerons seulement les particularités qui accompagnent ces transformations et nous donnerons succinctement la structure de l'axe du bourgeon qui subit cet allongement pendant que les nouveaux organes se forment en des points très rapprochés.

Si nous faisons une coupe transversale dans une région très voisine de l'extrémité, coupe intéressant la partie du bourgeon qui se développe tardivement, nous trouvons ici la structure des parties jeunes en voie de subdivision.

Énumérons rapidement les détails anatomiques qu'on peut relever :

(1) Le développement des fleurs peut avoir lieu dès la fin de l'automne, quand une cause accidentelle fournit au bourgeon une température suffisante. (Observations de M. Jolly.)

L'*épiderme* est composé d'une seule assise de cellules, dont quelques-unes présentent des poils.

Une *assise sous-épidermique* à parois un peu plus épaisses lui fait suite, puis une ou deux assises de cellules plus allongées et en voie de division.

Le *parenchyme cortical* est composé de cellules arrondies présentant entre elles de larges méats intercellulaires.

Les *faisceaux libéro-ligneux*, souvent distincts, sont entourés d'une ou plusieurs assises péricycliques allongées et sont composés d'un liber à petits éléments, d'une assise génératrice en plein fonctionnement et d'un méristème vasculaire avec quelques vaisseaux lignifiés.

La *moelle* est composée de grands éléments arrondis, présentant de grandes vacuoles circulaires.

On remarque enfin, à l'aisselle de l'écaille, un petit œil très réduit, formé d'un amas de cellules de méristème formateur.

Mais l'étude de cette partie du bourgeon, en voie de transformations, a été faite au sujet d'espèces différentes; nous renvoyons donc aux auteurs qui ont déterminé la série de modifications que subit le renflement d'un axe de bourgeon, renflement qui, de prime abord, semble devoir donner naissance à une feuille et qui donne, au contraire, un organe floral très différencié.

Nous avons voulu établir, dans ce chapitre, les modifications successives que subit une lambourde de deux ans depuis le printemps jusqu'à l'automne. Le bouton à fleurs est maintenant formé et se développera au printemps suivant.

Il nous reste à rechercher les circonstances qui occasionnent ou qui déterminent la formation des lambourdes et celles qui, au contraire, entravent leur formation.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AU DÉVELOPPEMENT DE LA LAMBOURDE

Pour justifier nos conclusions, nous emprunterons la théorie des capacités fonctionnelles à M. Daniel, dont les remarquables travaux font autorité en la matière.

Rappelons brièvement quelques-unes des idées générales émises par cet auteur.

« Il y a lieu de distinguer plusieurs catégories de points d'ap-
« pel d'après leur rôle et leur position sur la plante.

. . . .

« Ils sont *tigellaires* quand ils sont situés sur l'appareil végé-
« tatif aérien :

« *a*) Ceux des bourgeons ou points d'appel gemmellaires ter-
« minaux ou latéraux.

« *b*) Ceux des feuilles ou points d'appel foliaires.

« *c*) Ceux de l'écorce ou points d'appel corticaux.

« Ils sont fructifères quand il s'agit des appels exercés par les
« diverses parties de l'appareil reproducteur.

« Enfin, il peut y avoir des *appels de réserves* en des points
« variés, à certains moments de la vie de la plante, quand celle-
« ci fabrique plus qu'elle ne consomme.

. . . .

« La quantité q de liquide qui passe dans un capillaire
« ligneux en un temps t, est donnée par la formule de Poi-
« seulle :

$$q = \frac{PD^4}{L} \times \text{Constante.}$$

« et de Nægeli :

$$q = v \times \frac{\pi D}{4},$$

« d'où on tire, après réduction, la formule très importante de
« la vitesse :

$$v = \frac{PD^2}{L} \times \text{Constante.}$$

. . . .

« La branche horizontale reçoit moins que la branche à angle
« aigu..., etc.

. . . .

« La valeur d'un point d'appel est fonction de la vitesse v
« d'arrivée de la sève, c'est-à-dire qu'elle dépend, en dehors de
« P et de la constante, simultanément de trois valeurs particu-
« lières :

« 1° De la longueur L et du diamètre D des capillaires qui s'y
« rendent ;

« 2° De l'angle α que ces vaisseaux forment avec la verticale ;
« 3° Du nombre N de ces vaisseaux. »

Nous avons, au début de ce deuxième chapitre, distingué trois périodes dans le développement de la lambourde :

1° En effet, la première est marquée par le développement du support, à l'exclusion presque du bourgeon proprement dit.

Si, comme le dit M. Daniel, « le tissu ligneux est un véritable *appareil enregistreur*, qui note à chaque moment la valeur des capacités fonctionnelles de la plante entière ou de l'un quelconque de ses organes », on conçoit facilement que pendant toute la période de développement du support, le bourgeon proprement dit ne se développe pas. En effet, les vaisseaux ligneux qui lui sont propres sont en nombre extrêmement réduit.

Les seuls qui existent sont en effet ceux des pétioles : or, le support n'est en réalité que la réunion de plusieurs pétioles. Chaque feuille constituant un point d'appel, chacune d'elles se développe parfaitement au printemps et, par suite, le support atteint dès l'été son développement maximum.

On conçoit également que les feuilles de la lambourde, si voisines les unes des autres, déterminent un véritable « appel de réserve » à l'extrémité supérieure du support. Sans être les seuls agents de formation de l'amidon, qu'on rencontre à cet endroit en extrême abondance, elles paraissent être une des causes de sa formation et de sa localisation.

2° Mais bientôt le rôle de la feuille diminue d'importance et le support est complètement formé. La lignification interfasciculaire s'accroît comme nous l'avons montré, et le point d'appel, de foliaire, devient gemmellaire. Nous arrivons à la deuxième période que nous avons délimitée et que caractérise le développement du bourgeon proprement dit.

Mais, au point de vue pratique, ce mode de développement est-il le même chez tous les sujets ?

Nous aurons l'occasion, au cours de notre dernier chapitre, d'étudier des cas particuliers de développement, et notamment le cas de sujets très vigoureux, chez lesquels les divers yeux ou bourgeons sont loin de présenter dans leur position respective et dans leur développement, la régularité que nous avons cons-

tatée chez les sujets pris comme type. Il en résulte que la production des bourgeons à fruit sur les jeunes branches est tout à fait différente de celle que nous venons d'exposer. Nous essaierons, dans notre dernier chapitre, de montrer quelles sont les productions fruitières qu'il convient de faire développer sur de tels sujets.

3° Enfin, de la troisième période (formation des fleurs), nous connaissons par des travaux antérieurs les détails de transformation des organes et nous avons examiné d'autre part avec soin les circonstances qui entourent cette transformation.

Ce n'est pas, nous l'avons vu, au moment d'une montée de sève qu'elle s'accomplit, mais après la poussée de la « sève d'août ». Nous sommes donc ici dans un cas extrêmement particulier de végétation lente dans un organe qui, peut-être, a reçu moins de sève que l'extrémité terminale du rameau, mais dans lequel certainement la sève a circulé lentement, puisqu'il se trouve généralement placé à angle droit par rapport au rameau. Cet organe, de plus, est gorgé de réserves ; la végétation qui doit s'accomplir se fait sous un manteau épais formé par de nombreuses écailles qui enserrent de très près les organes axiles du bourgeon. Il se produit dans ces circonstances particulières un très léger accroissement de l'organe et une transformation des rudiments de feuilles terminales en appareils de reproduction.

De cette transformation, nous connaissons donc maintenant, avec le mécanisme, les circonstances qui l'environnent. La cause seule nous échappe, et sa recherche reste un important problème à résoudre.

LA LAMBOURDE APRÈS LA FRUCTIFICATION

Nous devons, en terminant ce chapitre, indiquer sommairement ce que devient la lambourde, quand son bouton à fleur est complètement formé.

Certains auteurs et surtout beaucoup d'arboriculteurs admettent qu'une fois son bouton à fleur formé, la lambourde ne peut plus développer de pousse terminale.

Ceci est vrai dans la grande majorités des cas, et c'est ce qui

se produit normalement. Il n'est pas d'usage en effet (hormis le cas où il est utile de rabattre l'arbre), de faire porter la taille sur ls branches de deux ans. Il serait cependant intéressant d'étudier les modifications anatomiques qui se produiraient dans une lambourde de deux ans bien constituée, et qu'on aurait rendue terminale en supprimant la partie de la branche placée au-dessus d'elle, modifications qui accompagneraient la reprise de la végétation au printemps suivant (1).

Ainsi donc, une lambourde, après avoir fructifié, développe des yeux latéraux (le plus généralement deux), placés sur les côtés de la base du bourgeon.

Un nouvel organe se forme le plus souvent, « la bourse » renflement de l'axe d'inflorescence, et c'est sur cette partie charnue que de nouveaux yeux se développent, lesquels yeux donnent, dans la grande majorité des cas, de nouvelles lambourdes.

Sur la bourse cependant, peuvent naître des yeux donnant naissance aux appareils rameux ou fructifères : rameau, dard ou brindille.

Mais cet appareil particulier a été étudié avec beaucoup de soin, par M. Daniel, et nous préférons renvoyer pour ce qui le concerne au remarquable travail de cet auteur (2).

Les nouvelles productions ainsi formées, fructifieront par la suite. Mais nous n'avons plus affaire ici à l'organe simple dont nous nous sommes proposé d'étudier la structure. Nous ne sommes plus en présence d'une simple lambourde, mais d'une véritable branche fruitière issue de la lambourde.

Cette branche fruitière bien dirigée donnera pendant une période de quelques années une production belle et assurée. L'étude de la « conduite » de cette branche fruitière doit constituer un chapitre très important d'un traité de la taille du poirier.

(1) Nous avons trouvé dans certaines espèces des modifications intéressantes des supports floraux, modifications que nous étudierons en détail, mais qui sortiraient du cadre de ce présent travail.

(2) *La théorie des capacités fonctionnelles et ses conséquences en agriculture.*

CHAPITRE III

MODIFICATIONS DE STRUCTURE DE LA LAMBOURD SUIVANT LE MILIEU

Après avoir étudié le développement des lambourdes recueillies à diverses époques de l'année sur des sujets vivant dans un sol propre à la culture du poirier, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier la structure des lambourdes recueillies sur des sujets poussant dans un sol sableux et très sec. Les échantillons que nous allons étudier maintenant ont été prélevés sur des sujets vivant à Fontainebleau. Il paraît difficile, à première vue, de tenter une comparaison entre des organes issus de divers arbres d'âges différents. Nous avons choisi des lambourdes sur des sujets de même âge (2 ans), présentant sensiblement la même longueur, et, les nombreux échantillons recueillis nous ayant toujours fourni les mêmes résultats, nous nous croyons autorisé à présenter ici cette étude.

Nous avons fait des prélèvements à deux époques de l'année : dans les premiers jours de juillet et au commencement d'octobre. Les comparaisons que nous pouvons faire entre ces organes et ceux dont nous avons décrit la structure dans le chapitre précédent portent donc sur des lambourdes de même âge recueillies aux mêmes époques de l'année.

I. — Étude de la Lambourde recueillie dans les premiers jours de juillet sur des sujets vivant en sol sableux et très sec.

1° Étude du bourgeon proprement dit. — Le bourgeon proprement dit est fort peu développé à cette époque, le support seul a atteint son complet développement. Le bourgeon atteint cependant une longueur de quelques millimètres.

Son extrémité terminale est composée d'un méristème formateur dont les éléments vont proliférer, puis se différencier pendant la période d'été qui va suivre.

Si nous faisons une coupe dans la région inférieure de ce bourgeon, à un niveau très voisin de l'insertion de la 1re feuille supérieure du support, sans que pour cela, la coupe intéresse le pétiole de cette feuille, nous pouvons constater que la moelle occupe une place moins grande par rapport à l'écorce que dans le bourgeon de la lambourde déjà étudiée.

Les écailles sont peu nombreuses et le nombre des vaisseaux lignifiés est extrêmement réduit.

Nous n'insistons pas davantage sur le bourgeon proprement dit, réservant son étude pour le moment où il est complètement form .

Amidon. — En terrain sec, l'amidon a déjà, à cette époque, envahi les cellules du bourgeon, et les écailles supérieures en contiennent également.

Oxalate de calcium. — L'oxalade de calcium paraît aussi abondant dans un cas que dans l'autre

2° Étude du support.

Nous choisirons comme niveaux pour effectuer nos coupes des régions qui correspondent à celles que nous avons décrites dans le chapitre précédent.

1° *Coupe au niveau d'insertion de la 1re feuille supérieure.*

Écorce. — Le *liège (lg)* forme une couche relativement épaisse, à plusieurs rangs de cellules, recouvrant un parenchyme cortical dont les petits éléments forment un tissu compact.

Tissus vasculaires. — Le *liber (l)* bien représenté est formé de cellules petites à parois minces, englobant de grandes cellules parenchymateuses. A l'*assise génératrice (ag)* succède un *méristème vasculaire (mv)* peu abondant. Le nombre des vaisseaux lignifiés est beaucoup moins grand qu dans la région correspondante de la lambourde considérée comme normale (fig. 23). On ne compte guère ici, à ce niveau, indépendamment des faisceaux libéro-ligneux du pétiole de la feuille,

qu'une trentaine de petits vaisseaux lignifiés, lesquels sont à parois épaisses et à calibre étroit.

La moelle *(m)* présente un certain épaississement des parois de ses cellules.

Proportions relatives des tissus entre eux. — Calculons les

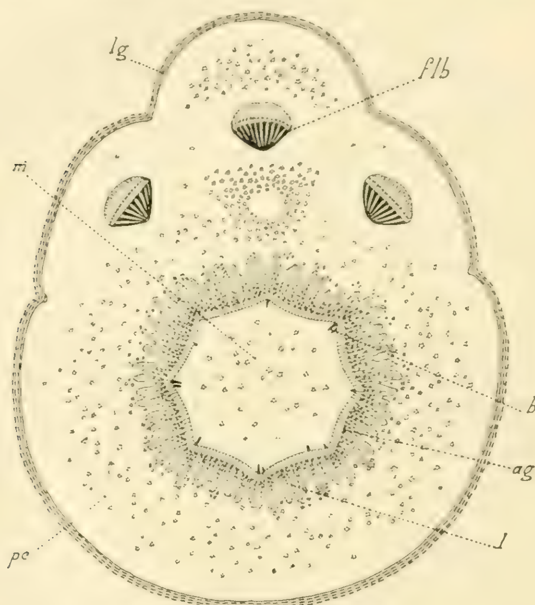


Fig. 23. — Coupe transversale au niveau d'insertion de la première feuille supérieure, du support de la lambourde de *Pirus communis*. Échantillon recueilli en juillet sur un sujet vivant en sol très sec : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber : *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

proportions relatives des tissus, par rapport au rayon que nous faisons égal à 10, et par rapport à l'écorce prise pour unité. Nous rapprocherons ensuite ces chiffres de ceux que nous avons obtenus en faisant le même calcul pour des échantillons recueillis sur des sujets vivant en terrain plus humide.

SOL NORMAL.				SOL TRÈS SEC.			
Rayon : 10.				*Rayon* : 10.			
Écorce...	4,5	Soit : Écorce....	1	Écorce...	6,3	Soit : Écorce....	1
Liber....	1,0	dont Liber......	$\frac{1}{5}$	Liber....	1,2	dont Liber.....	$\frac{1}{6}$
Mér. vasc.	0,4	Mér. vasc.	$\frac{1}{15}$	Mér. vasc.	0,3	Bois......	$\frac{1}{25}$
Moelle...	4,0	Moelle...	$\frac{4}{5}$	Moelle...	2,4	Moelle...	$\frac{1}{3}$

Ainsi donc, à ce niveau, le parenchyme libérien présente une certaine réduction par rapport à l'écorce et le bois est moins abondant.

Œil de remplacement. — Cet œil est bien développé dans le cas qui nous occupe. Nous avons du reste pu observer dans un certain nombre d'échantillons que cet œil existe de préférence là où la sève est moins abondante et subit un ralentissement ; dans le cas contraire, il manque assez fréquemment.

Amidon. — L'amidon est, à ce niveau, très abondant dans la moelle. Il l'est moins dans l'écorce, mais il y est à peu près uniformément répandu.

Rappelons à ce sujet que, dans la lambourde prise pour type, l'amidon n'existait à ce niveau et à cette époque qu'en très faible quantité. Nous aurons plus loin de nombreuses occasions de constater que, si le sujet pousse en un sol très sec, les grains d'amidon se forment plus abondamment et plus vite que lorsque le sol est plus humide.

Oxalate de calcium. — On en rencontre moins dans la moelle que dans l'écorce, beaucoup dans le liber ; enfin il gorge les cellules qui entourent le méristème formateur de l'œil de remplacement.

Étudions maintenant la structure des supports à des niveaux inférieurs, pour continuer la comparaison commencée, et voir si les différences observées sont toujours du même ordre.

2° *Coupe faite entre le niveau d'insertion de la 2e et de la 3e feuille.*

Écorce. — Le *liège* s'épaissit, enveloppant une couche formée de plusieurs assises de cellules allongées à parois épaisses qui recouvre elle-même un parenchyme cortical composé de petits éléments dans sa partie périphérique, et de cellules plus grandes ensuite, ces dernières moins grandes cependant que les éléments du parenchyme cortical de la coupe correspondante de la lambourde normale.

Tissus vasculaires. — On retrouve encore des éléments plus petits au voisinage du liber, lequel renferme d'abondants cristaux d'oxalate de calcium.

L'*assise génératrice* donne naissance à un méristème vascu-

laire, renfermant peu d'éléments lignifiés. Les vaisseaux ligneux sont encore ici moins abondants que dans la coupe correspondante ; de plus, les vaisseaux sont à calibre étroit et à parois relativement très épaisses.

Proportions relatives des tissus entre eux. — Les proportions sont ici sensiblement les mêmes qu'au niveau comparable de la lambourde normale ; *mais nous avons vu que les éléments diffèrent beaucoup* suivant qu'on les considère dans une coupe ou dans l'autre.

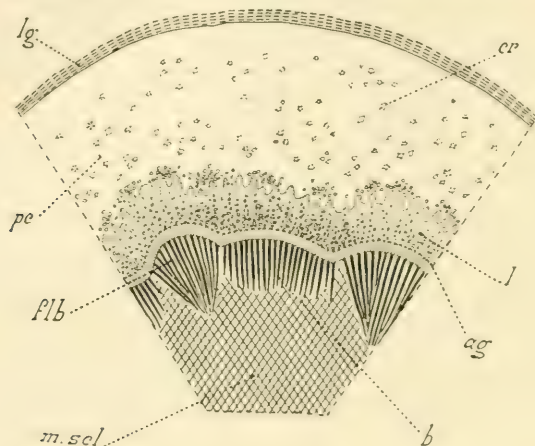


Fig. 24. — Coupe transversale de la région basilaire du support : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *b*, bois ; *m.scl*, moelle sclérifiée ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

Une différence assez sensible tient à la sclérification de la moelle. En effet, dans la lambourde de terrain sec, la sclérification de la moelle commence au niveau d'insertion de la troisième feuille qui dans la circonstance était la plus inférieure, c'est-à-dire la première formée.

Sans vouloir donner à ce niveau une importance quelconque ou une signification précise, il est intéressant de constater que la moelle épaissit ses parois assez brusquement et se sclérifie bientôt tout entière. Il y a là un caractère différenciel entre les deux organes que nous comparons, car, dans le cas étudié précédemment, nous n'avons trouvé aucune trace de sclérification à des niveaux comparables à ceux-ci.

3° Étudions enfin *la région basilaire de la lambourde*, c'est-à-dire la partie du support située au-dessous du niveau d'insertion de la dernière feuille inférieure (fig. 24).

Une couche relativement épaisse de *liège* (*lg*) entoure un *parenchyme cortical* (*pc*) formé de petits éléments, renfermant beaucoup d'oxalate de calcium.

Le *liber* est composé d'éléments petits à parois minces, englobant des cellules parenchymateuses assez nombreuses. L'*assise génératrice* (*ag*) est bien représentée. Enfin, le *bois* forme ici un anneau presque continu, mais les vaisseaux ont un faible calibre et leurs parois sont très épaisses. Il en est de même des cellules de la moelle, laquelle est entièrement sclérifiée.

Proportions relatives entre les tissus. — Si nous comparons la coupe dont nous venons de faire une rapide description à celle qui intéresse une région analogue d'une lambourde vivant en sol normal, nous obtenons les chiffres suivants :

SOL NORMAL.				SOL TRÈS SEC.			
Rayon : 10.				*Rayon* : 10.			
Écorce...	3,8	Soit : Écorce....	1	Écorce...	3,9	Soit : Écorce....	1
Liber....	1,7	dont Liber.....	$\frac{1}{3}$	Liber....	1,1	dont Liber.....	$\frac{1}{5}$
Bois.....	1,6	Bois......	$\frac{1}{3}$	Bois.....	1,3	Bois......	$\frac{1}{4}$
Moelle...	2,8	Moelle....	$\frac{1}{2}$	Moelle...	3,6	Moelle....	$\frac{3}{4}$

Amidon et oxalate de calcium. — L'amidon est ici extrêmement abondant dans toutes les parties de la coupe. Quant à l'oxalate de calcium, on en trouve fort peu dans la moelle, il est en revanche abondant dans l'écorce, et on le trouve en grande quantité dans le liber.

Conclusions. — Résumons très brièvement les conclusions fournies par la comparaison entre les lambourdes recueillies au commencement de l'été, les unes sur des sujets plantés en sol très sec, les autres s'étant développées dans un sol plus humide. Le bourgeon proprement dit étant à cette époque fort peu développé, ces données n'ont trait qu'à la structure du support de la lambourde.

Les conclusions suivantes s'appliquent aux sujets de sol très sec :

1° *Le liber est moins développé.*

2° *Le bois est moins abondant, surtout dans la région supérieure du support, et les vaisseaux sont tous à parois épaisses.*

3° *La sclérification envahit la moelle dès cette époque.*

4° *L'amidon est beaucoup plus abondant dans tous les tissus et particulièrement dans la moelle.*

5° *L'oxalate de calcium paraît plus abondant en terrain sec qu'en terrain humide.*

II. — **Étude de la lambourde recueillie en octobre sur des sujets ayant vécu en terrain sableux et très sec.**

Dans ce deuxième chapitre qui complète le précédent, nous allons exposer les différences qui existent entre des lambourdes semblables au mois de juillet, dont quelques-unes ont été prélevées à cette date (chapitre précédent) et dont les autres ont continué leur développement jusqu'à l'automne.

Nous pourrons comparer la structure de ces lambourdes d'automne recueillies à Fontainebleau avec les lambourdes normales recueillies à la même époque dans des vergers où la culture est particulièrement soignée, lambourdes dont nous avons décrit la structure au cours du chapitre II.

Il est bien évident qu'en ce qui concerne le bourgeon proprement dit, la comparaison n'a d'intérêt que si elle est faite entre des lambourdes recueillies en automne et ayant vécu dans des sols différents.

Nous savons en effet que le bourgeon ne s'accroît sensiblement que pendant la saison d'été.

Le support, au contraire, étant développé dès juillet, il nous sera possible de suivre dans tous les cas les modifications de cet organe.

Nous étudierons donc la structure de la lambourde, en décrivant comme nous l'avons fait jusqu'ici quelques coupes faites à des niveaux tels que nous puissions comparer l'organe décrit, soit à la structure qu'il avait au début de l'été, soit à d'autres organes identiques, mais recueillis sur des sujets vivant dans un terrain suffisamment humide.

I. Étude des bourgeons. — Le bourgeon proprement dit est plus développé que deux mois auparavant, mais il est toujours moins long et moins volumineux que dans les lambourdes des sujets normaux.

Laissant de côté l'extrémité tout à fait terminale de ce bourgeon qui ne présente qu'un amas de cellules de méristème formateur, nous étudierons sa structure à deux niveaux com-

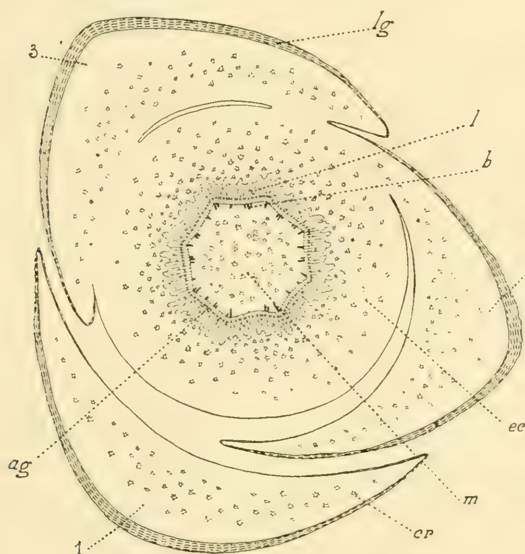


Fig. 25. — Coupe transversale au milieu de la hauteur d'un bourgeon de lambourde de *Pirus communis*. Échantillon recueilli en octobre sur un sujet vivant en sol très sec : *lg*, liège ; *ec*, écorce ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *m*, moelle ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

parables à ceux que nous avons déjà choisis pour la lambourde normale recueillie à la même époque.

1° *Étudions d'abord une coupe faite au milieu de la hauteur du bourgeon* (fig. 25).

L'écaille est protégée par une couche épaisse de *liège* (*lg*). L'écorce du bourgeon comprend un *épiderme* (*ep*) auquel font suite plusieurs assises de cellules aplaties à parois minces, puis un *parenchyme cortical* (*pc*) à éléments relativement petits et renfermant de nombreuses macles d'oxalate de calcium (*cr*).

Le péricycle, formé d'une assise de cellules aplaties, entoure

le *liber* dans lequel les cristaux sont également très abondants. Le *méristème vasculaire* (*mv*) est assez mal représenté et le nombre des vaisseaux lignifiés est peu élevé. La moelle n'occupe qu'une faible partie de la coupe.

Proportions relatives des tissus. — Les chiffres qu'il est possible d'établir pour le bourgeon ne présentent jamais une grande exactitude, car la limite précise entre les tissus qui appartiennent en propre au bourgeon et ceux qui constituent l'écaille est difficile à établir. Nous avons déjà fait un travail analogue pour le bourgeon d'une lambourbe considérée comme normale, et les écarts entre les résultats obtenus sont suffisamment élevés pour que les conclusions soient justifiées, malgré le peu de précision des résultats.

SOL NORMAL. *Rayon* : 10.		SOL TRÈS SEC. *Rayon* : 10.	
Écorce	4,2	Écorce	5,6
Liber	1,3	Liber	0,8
Bois	0,3	Bois	0,15
Moelle	4,3	Moelle	2,6

Amidon. — L'amidon, qui gorgeait déjà les cellules du bourgeon de la lambourde de juillet ayant vécu en sol très sec, est extrêmement abondant à l'automne dans tous les tissus du bourgeon.

Oxalate de calcium. — Abondant dans la moelle et dans l'écorce ; plus abondant encore dans le liber, la localisation de ce sel est moins marquée que dans le bourgeon normal.

2° *Étude de la région basilaire du bourgeon.* — Si nous examinons, comme nous l'avons déjà fait dans une étude semblable, une coupe très voisine de l'insertion de la première feuille du support, nous trouvons peu de chose à ajouter aux différences que nous venons de signaler. La constitution de l'écorce est la même qu'au niveau supérieur. L'épaisseur du liber est toujours relativement plus réduite que dans l'organe normal et nous trouvons également moins de bois. La moelle, en revanche, occupe une place beaucoup plus grande qu'au niveau supérieur.

En résumé, quand le sol est sableux et très sec, la struc-

ture du bourgeon à l'automne est très différente de celle qu'il affecte quand le sol est normal et suffisamment humide. *Réduction du liber, du bois et de la moelle*, tels sont les caractères distinctifs; ces caractères se retrouvent, excepté en ce qui concerne la moelle, dans la région basilaire du bourgeon.

La réduction du bois indique une réduction du nombre des écailles et la réduction du calibre des vaisseaux est déterminée par l'insuffisance de leur vascularisation, résultat du manque d'humidité.

L'écorce devient, étant donnée l'extrême sécheresse (été 1904), un véritable appareil de protection.

II. Étude du support. — 1° Étudions tout d'abord une coupe correspondant au *niveau d'insertion de la première feuille supérieure du support*.

Une couche épaisse de *liège* recouvre plusieurs assises de grandes cellules à parois très épaisses, puis un *parenchyme cortical* à éléments relativement assez grands, mais à parois plus minces.

Le péricycle, formé d'une ou plusieurs assises de cellules aplaties, limite le *liber* formé de petits éléments. Il renferme de grandes quantités d'oxalate de calcium. L'*assise génératrice* bien représentée donne naissance à un *méristème vasculaire* peu abondant et ne comprenant qu'un petit nombre de vaisseaux lignifiés, aplatis et à parois épaisses.

La moelle, au voisinage du méristème vasculaire, est formée d'éléments plus petits que dans sa partie centrale. La sclérification de la moelle commence très tôt, et débute centralement, souvent même au niveau d'insertion de la première feuille supérieure du support, c'est-à-dire au voisinage immédiat de la base du bourgeon. On trouve, au centre de la région médullaire, des cellules à parois sclérifiées.

L'*amidon* est toujours extrêmement abondant dans le support d'une lambourde ayant vécu en sol très sec. A tous les niveaux, les cellules de la moelle en sont gorgées, et l'écorce en renferme également de nombreux grains dans toutes ses cellules.

L'*oxalate de calcium* semble également un peu plus abondant

à ce niveau qu'il n'était trois mois auparavant, surtout dans le parenchyme libérien.

Proportions relatives des tissus entre eux.

Établissons les proportions relatives des tissus et plaçons en regard les chiffres qui correspondent aux coupes comparables faites dans des lambourdes recueillies à la même époque sur des sujets vivant en sol normal.

SOL NORMAL. *Rayon* : 10.				SOL SEC. *Rayon* : 10.			
Écorce...	4,5	Soit : Écorce...	1	Écorce...	4,8	Soit : Écorce...	1
Liber....	1,4	dont Liber....	$\frac{1}{4}$	Liber....	1,1	dont Liber....	$\frac{11}{[illegible]}$
Mér. vasc.	0,5	Mér. vasc.	$\frac{1}{12}$	Mér. vasc.	0,25	Mér. vasc.	$\frac{1}{24}$
Moelle...	4,0	Moelle...	$\frac{2}{3}$	Moelle...	4,0	Moelle....	$\frac{2}{[illegible]}$

Ainsi donc, quand le sol est très sec, la structure du support, comparativement à celui de la lambourde vivant en sol normal, présente dès le niveau d'insertion de la première feuille des différences très sensibles : *une augmentation d'épaisseur de l'écorce, une diminution des tissus conducteurs.* Si nous comparons également les chiffres que nous venons d'établir avec ceux que nous avons déjà donnés pour des lambourdes analogues, originairement semblables, mais recueillie trois mois plus tôt, nous pouvons remarquer que les *proportions relatives entre les divers tissus n'ont pas varié d'une manière sensible pendant cette période d'été.*

Quand, au contraire, le sol est bien approprié à la culture, et suffisamment humide, la structure du support subit des modifications qui se traduisent par une augmentation du parenchyme libérien et du méristème vasculaire.

2° Décrivons, sans nous arrêter bien longuement, une coupe faite au milieu de la partie feuillée du support, *et passant par exemple entre les niveaux d'insertion de la deuxième et de la troisième feuille.*

En comparant cette coupe à la précédente, nous pouvons observer les différences suivantes :

La couche de *liège* est plus épaisse et toutes les cellules du

parenchyme cortical, surtout les cellules voisines du liège, ont des parois très épaisses. L'aspect du *liber* ne varie pas, mais le *bois* présente, par endroits, des vaisseaux formés à l'automne, facilement reconnaissables à leurs parois plus épaisses que celles des vaisseaux de printemps, à leur forme aplatie et leur lumière presque nulle.

Nous avons établi comme précédemment les proportions relatives des tissus entre eux et nous pouvons en tirer les indications suivantes : *La quantité de liber n'a pas varié d'une manière appréciable pendant les mois d'été, tandis qu'elle augmente beaucoup quand le sol est humide. L'épaisseur du bois a augmenté au contraire dans de notables proportions* : le bois qui pouvait être évalué à $\frac{1}{12}$ de l'écorce en juillet, est maintenant égal au $\frac{1}{4}$. La moelle est plus réduite ; du reste, elle est à ce niveau entièrement sclérifiée, et ses cellules ont des parois très épaisses.

Après ce que nous avons dit précédemment au sujet de l'amidon et de l'oxalate, nous n'avons plus à revenir sur ces deux corps, et nous passons à l'étude de la région basilaire du support.

3° *Région basilaire du support.*

Signalons seulement le développement de la couche de liège, qui atteint son maximum à ce niveau (véritable tissu de protection), et l'épaisseur des parois des tissus sous-jacents, et étudions immédiatement les proportions relatives qui existent entre les divers tissus à ce niveau de support :

SOL NORMAL.					SOL SEC.				
Rayon : 10.					*Rayon* : 10.				
Écorce...	3,3	Soit :	Écorce...	1	Écorce...	3,8	Soit :	Écorce....	1
Liber.....	2,0	dont	Liber.....	$\frac{2}{5}$	Liber....	1,1	dont	Liber.....	$\frac{2}{7}$
Bois.....	2,0		Bois......	$\frac{2}{5}$	Bois.....	1,8		Bois......	$\frac{1}{3}$
Moelle...	2,6		Moelle....	$\frac{1}{2}$	Moelle...	3,6		Moelle....	$\frac{3}{4}$

Ainsi donc, quand la lambourde est recueillie sur un sujet

vivant en terrain sableux et très sec, on observe dans la partie basilaire du support une augmentation relative de l'écorce, augmentation due en partie à l'épaisseur plus grande du liège, une réduction très sensible du parenchyme libérien, une augmentation de la moelle par rapport à la lambourde normale. L'épaisseur de la couche de bois est légèrement diminuée.

Si nous essayons d'autre part de déterminer quels sont les tissus qui, dans cette lambourde, se sont modifiés depuis juillet jusqu'en octobre dans ce support, nous constatons que seul le tissu ligneux présente un accroissement sensible, les autres n'ont pas varié.

En résumé, l'exposé que nous venons de faire de la structure de la lambourde vivant en terrain sec et les comparaisons que nous avons établies avec le développement de la lambourde prise sur un sujet de même espèce que celui qui a fourni les premiers échantillons, mais vivant en terrain propre à la culture, nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° La lambourde se forme plus rapidement au printemps (c'est-à-dire au début de la végétation) quand le sol est sec que lorsqu'il est humide.

Le support de cette lambourde prend de suite une structure qu'il conserve ensuite jusqu'à l'automne; seul, le tissu ligneux augmente d'épaisseur.

En sol suffisamment humide, au contraire, nous avons vu que la lambourde ne prend que progressivement sa structure définitive. Son support formé accroît encore son volume et les proportions relatives entre les divers tissus sont très différentes suivant les époques auxquelles on les établit.

Cette différence dans le développement s'explique aisément si on considère que, lorsque la température est élevée et le sol très sec, pendant la période d'été, le rôle de la feuille est nécessairement très réduit.

Si nous comparons la structure du support de la lambourde de terrain sec à celui de la lambourde normale, nous pouvons tirer les conclusions suivantes qui s'appliquent aux sujets de terrain sec :

L'écorce du support est plus développée, surtout à cause du développement du liège.

Le liber présente au contraire une réduction très marquée.

Le tissu vasculaire, moins abondant dans la partie supérieure du support (dont la structure dépend du bourgeon), est assez abondant dans la partie basilaire; mais les parois des vaisseaux sont toujours très épaisses, et le calibre est plus réduit.

La sclérification envahit les cellules de la moelle de très bonne heure et quelquefois la moelle du support est entièrement sclérifiée.

2° Conclusions relatives au bourgeon proprement dit.

L'accroissement du bourgeon est moindre en longueur et en volume.

Le liber, le méristème vasculaire et la moelle y sont relativement réduits.

3° Amidon et oxalate de calcium.

L'amidon se forme plus tôt et plus abondamment, et les cellules des tissus du bourgeon proprement dit en sont gorgées dès le mois de juillet.

Ceci nous paraît une des raisons de la détermination précoce de ces organes en bourgeons à fleurs.

L'oxalate de calcium nous a paru dans beaucoup d'échantillons plus abondant quand le sol est sec que lorsqu'il est humide.

CHAPITRE IV

MODIFICATIONS APPORTÉES PAR L'EFFEUILLAGE DANS LA STRUCTURE ANATOMIQUE DE LA LAMBOURDE

Certains auteurs, et notamment M. Daniel, ont recherché si la mise à fruit des bourgeons peut être obtenue par l'effeuillage des rameaux, effeuillage associé ou non au pincement.

Nous avons voulu savoir quelle serait la répercussion de cet effeuillage sur un organe déjà nettement différencié comme organe fructifère. Nous avons choisi pour sujets de ces expériences des lambourdes de deux ans et nous avons pratiqué l'effeuillage d'un certain nombre de ces lambourdes.

Nous avons pris comme termes de comparaison une ou plusieurs lambourdes témoins, toujours placées dans le voisinage des premières, sur le même rameau, et d'aspect semblable aux sujets au moment de l'effeuillage.

Pour la commodité de l'exposition, nous diviserons en deux parties l'exposé de ces observations :

1° *Résultats obtenus par l'effeuillage des lambourdes* (*arbres cultivés en terrain propre à la culture*) ;

2° *Résultats obtenus par l'effeuillage de ces organes* (*arbres cultivés en terrain sableux et très sec*).

Nous avions essayé de pratiquer l'effeuillage au moment de la pousse des feuilles. Cette opération ne nous a donné aucun résultat qui pût présenter un intérêt quelconque, car les lambourdes ainsi privées de feuilles étaient impuissantes à développer leur support et avortaient. Nous avons cependant réussi à obtenir un développement complet de l'organe en ne supprimant les feuilles qu'après leur entière formation, par exemple dans la période comprise entre le 15 juin et le 1ᵉʳ juillet, le support de la lambourde étant déjà constitué.

Les variations à enregistrer présentent une grande netteté,

mais sont nécessairement moins appréciables quantitativement que celles que nous avons été à même de constater dans le chapitre premier à la suite du pincement d'un rameau.

En effet, nous sommes ici en présence d'un organe de petites dimensions et dans lequel nous avons constaté une grande réduction du tissu ligneux. L'appareil fructifère est en effet, au point de vue de la capacité fonctionnelle, un organe faible. Si, par l'effeuillage, nous l'affaiblissons encore, les modifications seront au premier abord moins apparentes que si cet affaiblissement est obtenu sur un organe vigoureux et dont la capacité fonctionnelle est enregistrée par un tissu ligneux très abondant.

I. — Résultats obtenus par l'effeuillage de lambourdes vivant en terrain propre à la culture.

Des sujets effeuillés le 12 juin ont été recueillis avec des témoins le 25 septembre. A cette dernière époque, le bourgeon de la lambourde effeuillée était moins développé que celui des témoins ; aucun des deux n'avait encore formé ses fleurs.

Au lieu de procéder comme nous l'avons fait jusqu'ici, c'est-à-dire de commencer notre étude par la recherche des caractères propres au bourgeon, nous étudierons tout d'abord la structure du support à divers niveaux, et nous comparerons nos résultats aux données déjà acquises, c'est-à-dire à la structure de lambourdes normales recueillies également le 25 septembre. En effet, les modifications qui peuvent s'être produites dans le bourgeon sont déterminées par le changement d'état du support, qui, d'abord feuillé, est brusquement privé de feuilles.

1° Étudions tout d'abord une coupe faite *au niveau qui correspondait à l'insertion de la 1re feuille supérieure.*

L'*écorce* comprend une assise épaisse de liège, une couche formée de plusieurs assises de cellules aplaties à parois épaisses, puis des cellules plus régulières, et un péricycle à assise unique, qui limite un liber contenant d'abondants cristaux d'oxalate de calcium.

Tissu ligneux. — Le *bois* forme un anneau presque continu, quoique peu épais par rapport au rayon, mais les vaisseaux

ont des parois beaucoup plus épaisses que lorsque le sol est suffisamment humide ; ce dernier caractère se retrouve pour les cellules de la moelle.

Proportions relatives des tissus. — Établissons, comme nous l'avons fait jusqu'ici, les proportions relatives des tissus entre eux, et rapprochons des chiffres obtenus ceux que nous a donnés l'étude de la lambourde témoin.

LAMBOURDE EFFEUILLÉE. *Rayon* : 10.					LAMBOURDE NON EFFEUILLÉE. *Rayon* : 10.				
Écorce...	5,2	Soit :	Écorce....	1	Écorce...	4,5	Soit :	Écorce....	1
Liber....	0,7	dont	Liber.....	$\frac{1}{8}$	Liber....	1,4	dont	Liber....	$\frac{1}{4}$
Bois.....	0,3		Bois......	$\frac{1}{20}$	Bois.....	0,5		Bois......	$\frac{1}{12}$
Moelle...	3,8		Moelle....	$\frac{2}{3}$	Moelle...	4,0		Moelle...	$\frac{2}{3}$

2° Avant de tirer aucune conclusion, étudions une *coupe faite entre les niveaux d'insertion de la 2e et de la 3e feuille* (les faisceaux non disparus des pétioles enlevés nous donnent des points de repère très suffisants) (fig. 26).

L'*écorce* (*ec*) se distingue chez le sujet par une épaisseur plus grande du liège (*lg*), lequel est surtout très abondant dans les régions voisines de l'endroit où la suppression des feuilles a eu lieu. Il joue en effet dans ce cas le rôle d'un véritable tissu de cicatrisation. Le parenchyme cortical (*pc*) est formé, dans le témoin, de cellules à parois plus épaisses que dans le sujet.

Tissu ligneux. — Le nombre des vaisseaux ligneux est la plupart du temps moins élevé que dans la lambourde témoin, mais ces vaisseaux affectent une disposition plus régulière ; de plus, il est facile de distinguer dans cette coupe d'une lambourde effeuillée, deux parties dans l'anneau ligneux : une région centrale où les vaisseaux sont peu nombreux, à calibre assez large, quoique à parois épaisses, et une région, externe par rapport à la précédente, où le nombre des vaisseaux est plus grand et forme une ligne presque continue. Ces vaisseaux ont tous un calibre étroit et des parois très épaisses. Est-ce à dire cependant que tous représentent du bois d'automne ? Nous ne le pensons pas.

Il nous paraît possible de donner de ces faits une explication fondée sur les théories que nous avons reproduites au cours du chapitre précédent.

La suppression des points d'appel foliaires a placé l'organe

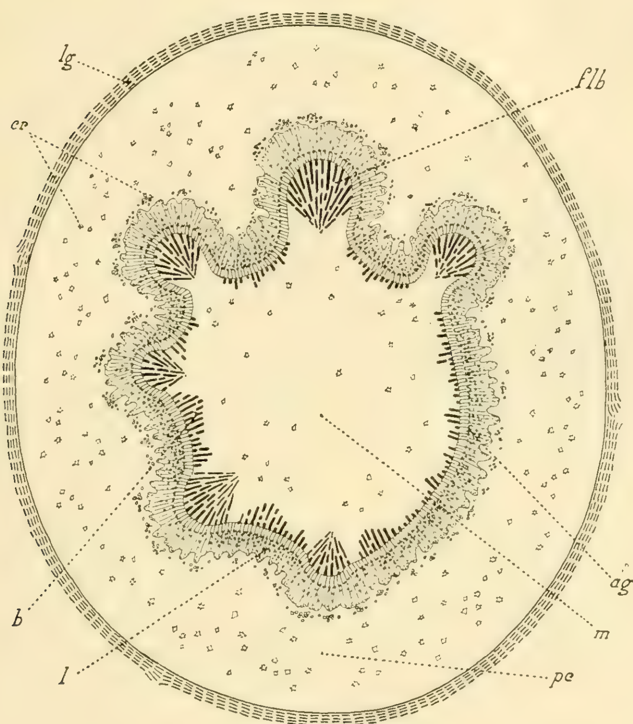


Fig. 26. — Coupe transversale dans le support d'une lambourde effeuillée, entre les points où s'inséraient la deuxième et la troisième feuilles : *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *flb*, faisceau libéro-ligneux, *m*, moelle.

dans des conditions toutes nouvelles de végétation. Cette suppression a eu pour premier résultat une diminution de capacité fonctionnelle, qui s'est traduite immédiatement par une diminution du nombre des vaisseaux ligneux à large calibre.

Mais, aux points d'appel foliaires, s'est substitué le point d'appel gemmellaire, dont l'action, quand les feuilles existent, est probablement plus réduite sur la montée de la sève. Cette action de l'appel gemmellaire se manifeste par la formation d'un anneau de bois continu La disposition régulière des vais-

seaux indique la nature de l'appel qui les produit, et la réduction de leur calibre est en même temps une preuve de la faiblesse relative de cet appel, si on compare son intensité à celle des appels foliaires. Ce bois se forme donc, malgré son apparence, en été.

Il est en effet facile de distinguer en certains points de la coupe trois sortes de vaisseaux (fig. 27) : les plus centraux (b_1), à large calibre : ce sont ceux qui existaient avant l'effeuillage ; des vaisseaux à calibre étroit, mais dont la forme est encore arrondie et les parois très épaisses (b_2) : ce sont ceux qui se sont formés pendant l'été, et qui conduisaient la sève dans le bourgeon proprement dit. Enfin, dans une région externe par rapport au bois déjà décrit, il est facile de distinguer deux ou trois vaisseaux à lumière très étroite, et que leur forme aplatie désigne nettement comme vaisseaux de bois d'automne (b_3).

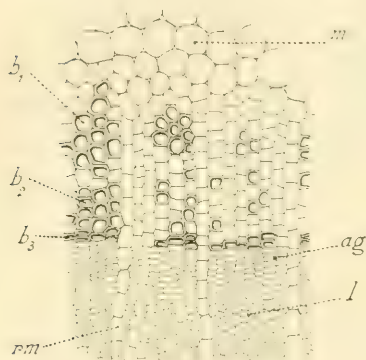


Fig. 27. — Aspect du tissu ligneux dans une coupe transversale du support d'une lambourde effeuillée : *m*, moelle; b_1, bois de printemps ; b_2, bois formé après l'effeuillage pendant la période d'été ; b_3, bois d'automne ; *ag*, assise génératrice ; *l*, liber.

Liber. — Le *liber* est mieux représenté dans le témoin que dans le sujet effeuillé. Il forme, dans ce dernier cas, une assise très régulière parfaitement limitée par une ou plusieurs assises génératrices. La diminution du liber est une conséquence si naturelle et si attendue de la disparition des feuilles, que cette nécessité même nous dispense d'insister sur ce point particulier.

Moelle. — On s'attendait à trouver dans la moelle des modifications importantes et des variations de dimensions par rapport à l'écorce. Nous avons en effet relaté des modifications de cette nature lors de notre étude du pincement. Nous sommes ici en présence d'un organe dont l'accroissement est très réduit après le printemps, et qui, après cette époque, modifie plus ses tissus qu'il ne les accroît. La moelle subit peut-être des variations de dimensions par rapport à l'écorce, mais elles sont d'une

trop faible amplitude pour que nous puissions les évaluer avec une suffisante approximation.

Oxalate de calcium. — Nous avons déjà fait remarquer l'extrême difficulté éprouvée par l'observateur à comparer les quantités d'oxalate de calcium localisées dans certaines régions des bourgeons de poirier. En effet, dans les échantillons où, comparativement à d'autres, on croit en trouver moins, il est encore très abondant.

Le dépôt d'une grande partie de cet oxalate est corrélatif, comme nous l'avons dit, à la formation des tissus, et nous devons déjà, par conséquent, trouver ici, dans le sujet et dans le témoin, cet oxalate formé dans l'un comme dans l'autre avant que la suppression des feuilles n'ait modifié les conditions de la vie du sujet. D'autre part, dans les deux cas, nous trouvons dans la moelle une quantité très faible d'oxalate et une grande quantité d'amidon. Nous donnerons plus loin nos conclusions relatives à l'amidon ; notons en passant cet argument en faveur de la théorie qui n'admet aucune relation entre la formation de l'oxalate et l'emmagasinement des réserves.

Il semble enfin que, dans le liber du sujet, et un peu aussi dans l'écorce, l'oxalate soit moins abondant que dans le témoin. Ceci nous confirme dans l'opinion déjà émise : que le travail foliaire, qui s'enregistre surtout dans le liber, donne comme principal résidu de l'oxalate de calcium que laisse en place la sève élaborée. Les feuilles ayant disparu, la quantité d'oxalate reste ce qu'elle était avant l'effeuillage.

Amidon. — L'amidon est aussi abondant dans la moelle du sujet que dans celle du témoin, mais, dans les cellules de l'écorce du sujet, les grains d'amidon sont plus clairsemés que dans les cellules des régions semblables du témoin.

Si nous ajoutons que l'amidon de la moelle est très différent comme aspect de l'amidon de l'écorce dont les grains sont plus petits, disposés au voisinage des parois, surtout dans les assises sous-épidermiques et le liège, et enfin se colorent moins par la solution iodurée, nous pouvons conclure à une dualité d'origine de l'amidon du bourgeon, et avancer que l'amidon qui gorge les cellules de la moelle ne se forme pas par l'intermédiaire direct des feuilles, puisque leur suppression n'entrave pas sa formation.

3° *Étudions enfin la région basilaire annuelle de la lambourde.* — Nous n'avons ici rien à ajouter au point de vue de la structure ; nous ne pourrions que répéter à la suite les uns des autres tous les caractères particuliers que nous avons énumérés au fur et à mesure qu'ils se présentaient à nous (épaisseur de la couche de liège, épaisseur des parois, discrimination entre les différentes sortes de vaisseaux ligneux, etc.) ; tous ces caractères se trouvent réunis dans cette région de la lambourde.

Proportions relatives des tissus. — Rapprochons comme nous l'avons fait plus haut les chiffres qui nous sont fournis par l'étude de la lambourde effeuillée et des témoins.

Nous avons également déterminé ces proportions pour des lambourdes non effeuillées provenant de sujets analogues à ceux que nous étudions en ce moment, mais vivant en terrain très sec. Plaçons en regard les chiffres que nous avons obtenus :

LAMBOURDE EFFEUILLÉE (SUJET). *Rayon* : 10.				LAMBOURDE NON EFFEUILLÉE (TÉMOIN). *Rayon* : 10.			
Écorce ...	4,1	Soit : Écorce....	1	Écorce ...	3,3	Soit : Écorce	1
Liber	1,25	dont Liber	$\frac{2}{9}$	Liber	2,0	dont Liber	$\frac{2}{3}$
Bois	1,50	Bois.....	$\frac{3}{11}$	Bois	2,0	Bois......	$\frac{2}{5}$
Moelle ...	3,0	Moelle...	$\frac{3}{5}$	Moelle ...	2,6	Moelle....	$\frac{1}{2}$

LAMBOURDE NON EFFEUILLÉE (SUJET DE TERRAIN SEC).

Rayon : 10.

Écorce	3,8	Soit : Écorce........	1
Liber.............	1,1	dont Liber	$\frac{2}{7}$
Bois..............	1,8	Bois.........	$\frac{1}{3}$
Moelle............	3,6	Moelle.......	$\frac{3}{4}$

En résumé, de l'étude que nous venons de faire du support de la lambourde, nous pouvons tirer les conclusions suivantes. Quand une lambourde est privée de ses feuilles :

1° *L'écorce du support augmente d'épaisseur ;*

2° *Les tissus vasculaires s'accroissent beaucoup moins à partir de l'effeuillage.*

Nous avons vu d'autre part qu'en terrain très sec, la lambourde se présente avec les mêmes signes d'affaiblissement par rapport à la lambourde normale. Le rapprochement que nous avons fait nous autorise à dire qu'une lambourde effeuillée, sur un sujet vivant en sol propre à la culture, est un organe plus faible qu'une lambourde analogue mais feuillée d'un sujet semblable, vivant dans un sol privé presque complètement d'humidité pendant la saison d'été.

Il nous reste maintenant à montrer les différences anatomiques qui existent entre *le bourgeon* de la lambourde effeuillée et celui de la lambourde témoin. Nous avons dit au commencement de ce chapitre que le bourgeon est moins allongé et beaucoup moins volumineux quand on a pratiqué l'effeuillage.

Les particularités que nous avons exposées en décrivant la coupe faite dans la partie supérieure du support se retrouvent nécessairement dans la région basilaire du bourgeon, région très voisine de la précédente. Signalons seulement, par comparaison avec la lambourde témoin, une réduction du liber, du nombre des vaisseaux ligneux ; mais ces vaisseaux, bien que formant une couche moins épaisse que ans la lambourde normale, forment cependant un anneau continu.

Dans les régions supérieures du bourgeon, le bois diminue très brusquement. Le développement du bourgeon étant en effet beaucoup moindre, le nombre des écailles est moins grand et le système ligneux du bourgeon proprement dit subit de ce fait une réduction. Notons encore la réduction du liber et l'abondance moins grande d'oxalate de calcium, trahissant une diminution d'activité cellulaire.

Mais ces caractères étant de même ordre que ceux que nous avons donnés pour le support, nous n'avons pas à insister davantage, et nous passons à l'étude des transformations subies par des lambourdes de sujets vigoureux, vivant en terrain très sec, ces lambourdes ayant été privées de leurs feuilles.

II. — **Résultats obtenus par l'effeuillage total de lambourdes. (Terrain sableux et très sec. Fontainebleau. Été 1904.)**

La comparaison entre un sujet effeuillé et un ou plusieurs témoins convenablement choisis ne donne pas de résultats aussi

nets que lorsque le sol est approprié à la culture. On conçoit en effet que si la quantité d'eau fournie est insuffisante, et, si, par surcroît, l'air est très sec (été 1904), le rôle de la feuille est considérablement diminué (la chute de ces dernières en est du reste beaucoup avancée).

Notons cependant, comme nous l'avons fait précédemment, les différences appréciables entre les sujets effeuillés et les témoins.

Le bourgeon ne présente aucun caractère particulier. La structure est sensiblement la même dans le sujet et le témoin. Nous étudierons donc simplement la structure du *support* de la lambourde effeuillée.

1° Une coupe correspondant *au niveau d'insertion de la première feuille supérieure* ne présente comme caractères distinctifs qu'une légère augmentation du nombre des vaisseaux ligneux interfasciculaires, mais il est impossible de marquer à ce niveau une différence dans l'épaisseur des parois de ces divers vaisseaux, étant donnés la grande épaisseur des parois et le faible calibre des uns et des autres.

2° Si nous faisons une coupe *dans la partie du support qui correspondait à l'insertion de la deuxième feuille,* nous observons les caractères suivants :

Écorce. — Un *liège* très épais, exfolié déjà en partie par endroits, forme un anneau presque régulier, composé de nombreuses rangées de cellules à parois très épaisses. Dans le témoin, l'épaisseur du liège varie suivant la région coupée ; il est en effet moins abondant ou plus abondant suivant qu'un pétiole se réunit ou non au rameau au voisinage de la partie coupée. Dans le sujet, au contraire, la suppression des feuilles ayant eu lieu de bonne heure, il s'est formé une couche très épaisse de liège formant un tissu de cicatrisation. Les cellules du parenchyme cortical ont leurs parois plus épaisses chez le sujet que chez le témoin.

Sclérenchyme. — Enfin, on voit apparaître ici, à des niveaux un peu différents suivant les échantillons, un anneau de sclérenchyme, très incomplet il est vrai et formé seulement de petits paquets isolés, chacun d'eux comprenant deux ou trois éléments.

Tissus vasculaires. — Le *liber* forme un anneau un peu moins épais que dans le témoin. Quant au *bois*, l'espace occupé par l'anneau ligneux est sensiblement le même dans les deux cas, mais cependant, il est possible d'observer que les vaisseaux, chez le sujet, sont plus serrés et à parois un peu plus épaisses que dans le témoin.

Œil de remplacement. — Notons enfin que, dans un certain nombre d'échantillons, nous avons trouvé un petit œil de remplacement au niveau qui correspondait à l'insertion de chaque feuille. Ce fait ne se rencontre pas en général dans les lambourdes non effeuillées, chez lesquelles on ne rencontre en général qu'un petit œil à l'aisselle de la première feuille supérieure.

Proportions relatives des tissus. — Dans ces conditions, il nous paraît inutile de présenter comme nous l'avons fait jusqu'ici un tableau comparatif des dimensions des tissus les uns par rapport aux autres. L'épaisseur de l'écorce est légèrement augmentée; le liber subit une faible réduction par rapport à l'écorce. L'épaisseur de la couche de bois est la même dans les deux cas ; seul l'aspect des vaisseaux est différent.

3° *Région basilaire du support.* — Laissons de côté ce qui a trait à l'écorce et au liber : les observations faites précédemment s'appliquent également à cette région du support. Mais le bois, qui forme ici un anneau complet, mérite quelque attention.

L'anneau ligneux est continu, et, chez le sujet, les vaisseaux présentent entre eux des différences très apparentes. Il est en effet possible de distinguer deux zones dans l'épaisseur du tissu ligneux, l'une interne formée de vaisseaux à calibre moyen, l'autre formée de vaisseaux à calibre très réduit, ces deux zones ayant sensiblement la même épaisseur ; la transition entre ces deux régions est très brusque. L'effeuillage, en effet, a modifié brusquement les conditions d'existence du sujet (les points d'appel foliaires ayant disparu). Il en est résulté un appel de sève moins considérable, et c'est cette diminution qu'enregistre l'anneau ligneux de la partie basilaire de la lambourde.

Au sujet de l'épaisseur relative des divers tissus les uns par

rapport aux autres, nous ne pourrions que répéter ce que nous avons dit en étudiant les niveaux supérieurs, il en serait de même pour l'oxalate et l'amidon.

Nous pouvons donc résumer très brièvement les conclusions qui nous sont fournies par cette étude des caractères des lambourdes effeuillées appartenant à des sujets vivant en sol sableux et très sec :

1° *Une augmentation du liège ;*

2° *Une légère diminution du liber ;*

3° *La formation d'un anneau épais de bois dont les vaisseaux sont à calibre très petit ;*

4° *La formation d'un anneau incomplet de sclérenchyme ;*

5° *La présence, dans un certain nombre d'échantillons, d'un petit œil de remplacement au niveau qui correspondait à l'aisselle de chaque feuille.*

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS DU CHAPITRE IV

L'effeuillage des lambourdes, dans les conditions où il a été pratiqué, a donc une double conséquence ; il détermine :

1° Des modifications de structure des tissus vivants ;

2° La réduction des tissus vasculaires, comparativement à leur développement dans les échantillons normaux.

Enfin, le bourgeon qui surmonte le support feuillé prend un développement moindre ; il ne présente pas les qualités de grosseur et d'aspect qui déterminent un bourgeon comme devant donner l'année suivante une production florale.

1° Modifications de structure des tissus vivants. — On peut les résumer ainsi :

a) *Épaississement de la couche de liège ;*

b) *Épaississement des parois des cellules du parenchyme cortical.*

2° Tissus vasculaires. — L'effeuillage d'une lambourde a pour conséquence immédiate une diminution de sa capacité fonctionnelle, et cette diminution se traduit aussitôt par les caractères suivants :

c) *Diminution d'épaisseur du liber ;*

d) *Augmentation d'épaisseur des parois des vaisseaux ligneux qui se forment ;*

e) *Formation d'un anneau ligneux complet formé de vaisseaux*

à calibre très faible, vaisseaux qu'on peut distinguer des vaisseaux de printemps et des vaisseaux d'automne.

Notons ensuite :

f) *La sclérification très précoce de la moelle;*

g) *La formation en terrain sec d'un anneau incomplet de sclérenchyme.*

Enfin, l'*oxalate de calcium* paraît sensiblement moins abondant. Quant à l'*amidon*, il est tout aussi abondant dans la moelle, mais on en rencontre moins dans l'écorce. La feuille semble donc n'avoir aucun rôle sur la formation de ce corps dans la moelle, puisque la suppression des feuilles n'entrave pas la formation abondante des grains d'amidon dans cette partie de l'organe.

CONSÉQUENCES PRATIQUES

L'effeuillage est donc un moyen d'affaiblir un organe, quel qu'il soit.

M. Daniel déconseille avec raison l'effeuillage d'un rameau, opération qui serait pratiquée dans le but de faire mettre à fruit les bourgeons de ce rameau. Nous avons de plus constaté nous-même que l'effeuillage d'un organe déjà déterminé comme bourgeon à fruit produit un affaiblissement tel que l'organe lui-même peut disparaître si l'effeuillage est trop hâtif.

Cependant, quand il s'agit d'arbres très vigoureux, développant, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, des rameaux très longs, lesquels se couvrent dès la première année dans leur partie moyenne d'yeux portés par des supports mal constitués ou de rameaux très courts que termine un œil assez volumineux; dans ces cas spéciaux, il est possible d'affaiblir par l'effeuillage un certain nombre de ces organes parmi ceux qui doivent être conservés à la taille (en respectant toujours les feuilles de l'œil ou des yeux terminaux).

Il est à peu près certain que, dans ce cas, la production sera nulle l'année suivante à l'extrémité de ces organes effeuillés, mais cette opération aura souvent pour résultat de les transformer par la suite en branches fruitières proprement dites, c'est-à-dire d'assurer une production pour les années suivantes, et d'éviter par là même l'emportement à bois d'un grand nombre de ces organes.

CHAPITRE V

VARIATIONS SUBIES PAR LES YEUX SUIVANT LA VIGUEUR (1) DU RAMEAU.

Nous avons exposé dans le chapitre premier les caractères généraux présentés par la branche fruitière qui se développe normalement. On peut très brièvement les résumer ainsi :

Première année : Production d'yeux latéraux à structure identique, quoique différents comme grosseur et comme aspect.

Deuxième année : Trois régions dans la branche de l'année précédente.

a) Quelques yeux ont avorté à sa base.

b) Des lambourdes se sont formées dans la région moyenne.

c) Les yeux de la région supérieure ont donné naissance à des rameaux nouveaux.

Mais s'il est possible de rapprocher la plupart des rameaux de ce schéma théorique, il n'en existe pas moins de nombreuses exceptions. Suivant qu'on a affaire à des sujets vigoureux ou à d'autres peu enclins à donner des productions rameuses, il est possible de constater d'importantes modifications que nous devons étudier.

Considérons tout d'abord des rameaux recueillis sur des arbres d'espèce et de vigueur différentes plantés dans un même sol.

1° *Sujets très vigoureux.*

Certaines espèces fournissent des rameaux qui peuvent atteindre une longueur variant entre 1m,25 et 1m,75, quelquefois moins, rarement plus.

(1) La vigueur d'un sujet s'entend ici par son aptitude plus ou moins grande à développer des rameaux à bois.

1° Les yeux de la base sont mieux développés que ceux des rameaux considérés jusqu'ici (fig. 28).



Fig. 28. — Rameau bien développé d'une espèce vigoureuse. (Var. Triomphe de Jodoigne.)

2° Dans la région moyenne, les yeux sont volumineux, supportés par une partie renflée formant un véritable bourrelet dans lequel l'œil paraît quelquefois enfoncé (fig. 29). Certains de ces yeux se trouvent à l'extrémité de véritables supports à bois lisse, plus longs en général que la plupart des lambourdes de deuxième année, et présentent l'aspect de la production fruitière qu'en arboriculture on appelle « le dard ».

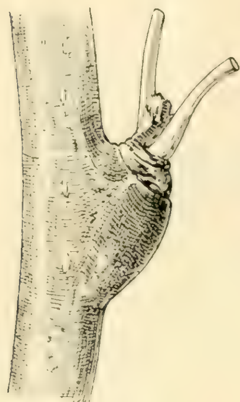


Fig. 29. — Œil très grossi d'un rameau d'espèce vigoureuse.

On trouve souvent des yeux, avec bourrelet à la base, alternant irrégulièrement avec de véritables rameaux secondaires de faible dimension.

3° La partie terminale du rameau porte des yeux latéraux moins développés que ceux-ci, mais toujours plus gros que ceux que nous avons rencontrés sur les rameaux déjà étudiés.

2° *Sujets peu vigoureux.*

D'autres espèces présentent des rameaux entièrement différents de ceux-ci (fig. 30).

Leur longueur dépasse rarement 50 centimètres.

1° On trouve à la base quelques yeux très faibles.

2° Mais la région moyenne est ici la plus longue et présente de nombreux yeux bien développés et d'égale grosseur.

3° Quelquefois, la partie terminale est plus grêle et porte des yeux très faibles : cette région s'est constituée au moment de la montée de la sève d'août. Mais, *le plus souvent*, le rameau se termine par un gros bouton à fruits dans lequel les fleurs se forment de très bonne heure à l'automne.

Examinons rapidement ce que deviennent ces divers yeux au printemps suivant.

Au mois de février suivant (alors que le bouton à bois est stationnaire et que le bouton à fruits se gonfle et présente un commencement de développement), on peut constater :

1° Que les yeux de la base et quelques yeux inférieurs de la région moyenne sont restés stationnaires.

2° Mais presque tous les autres, et surtout le terminal, offrent un commencement de développement.

Après avoir établi la structure de l'œil à fruit normal et son développement pendant la deuxième année, nous nous trouvons donc en présence de deux exceptions constituant pour ainsi dire deux cas extrêmes : d'une part *un rameau très long*, portant des yeux relativement petits, supportés par une sorte de renflement en forme de bourrelet, ou même par un petit support ligneux de quelques centimètres de longueur; d'autre part : *un rameau court* portant de gros yeux, dont la plupart sont, dès l'automne de la première année, déterminés comme *yeux à fruit*. Ce rameau se termine généralement par un bourgeon fructifère.

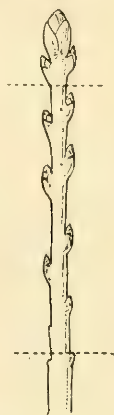


Fig. 30. — Rameau d'un sujet peu vigoureux. (Var. William, espalier.)

Il nous a paru intéressant, pour compléter notre étude du développement du bourgeon à fruit :

1° D'entreprendre une série de recherches et de comparaisons entre les yeux de ces divers rameaux, pour établir entre eux, s'il est possible, des différences anatomiques, à côté des différences morphologiques.

2° Les rameaux eux-mêmes présentent des aspects si différents les uns des autres qu'il est nécessaire de comparer leurs structures.

3° De plus, l'un s'allonge constamment pendant l'été et l'automne; l'autre se développe beaucoup moins et donne à son extrémité un bouton à fleurs.

Nous avons recherché : d'une part, ce qui caractérise au point de vue anatomique ces deux régions de rameaux si dissemblables, et, d'autre part, les circonstances qui déterminent la formation d'un bourgeon fructifère terminal.

Nous essaierons enfin d'établir une liaison entre la vigueur du rameau et les productions fruitières qu'il supporte, et, à ce sujet, nous serons amenés à faire des rapprochements entre

le rameau d'un arbre peu vigoureux, le rameau affaibli d'un arbre vivant en terrain impropre à la culture, le rameau pincé et la structure de la lambourde qui s'y développe toujours en abondance.

I. — Étude comparative des yeux suivant la vigueur du rameau qui les porte.

A. SUJET TRÈS VIGOUREUX. — RAMEAU TRÈS DÉVELOPPÉ.

Les yeux sont formés de deux parties très distinctes : un *bourrelet* très volumineux du milieu duquel l'*œil* semble émerger (fig. 29).

1° *Étudions d'abord la structure anatomique de cet œil.*

L'*écorce* est constituée par un liège peu épais dans les régions qui ne correspondent pas à l'insertion d'une écaille, puis par un parenchyme cortical à petits éléments.

Un péricycle à une ou plusieurs assises de cellules entoure un liber peu épais, formé de petits éléments entourant de grandes cellules parenchymateuses. On rencontre enfin un méristème vasculaire peu abondant, dont presque tous les vaisseaux sont lignifiés.

La structure anatomique de cet œil ne se distingue donc par aucun caractère essentiel de la structure de l'œil que nous avons considéré comme normal. Sa longueur est plus grande, mais les proportions relatives entre les tissus restent sensiblement les mêmes.

2° *Étudions la structure du support*, sorte de renflement qui porte dans l'échantillon que nous étudions deux feuilles bien développées. Faisons une coupe transversale dans ce support à un niveau tel que les faisceaux libéro-ligneux des pétioles fassent partie intégrante du cylindre central du support (fig. 31).

Les différents éléments constituant le support se présentent de l'extérieur vers l'intérieur dans l'ordre suivant :

Un *liège* (*lg*) peu épais, puis une couche formée de cellules à parois épaisses ; enfin un *parenchyme cortical* (*pc*), composé d'éléments laissant entre eux de nombreux méats. Une assise de *sclérenchyme* naissante (*sl*) formée de petits groupes d'éléments disposés circulairement ; un liber (*l*) dans lequel l'oxalate

de calcium (*cr*) est moins abondant que dans une coupe correspondante du support d'une lambourde; enfin un *méristème*

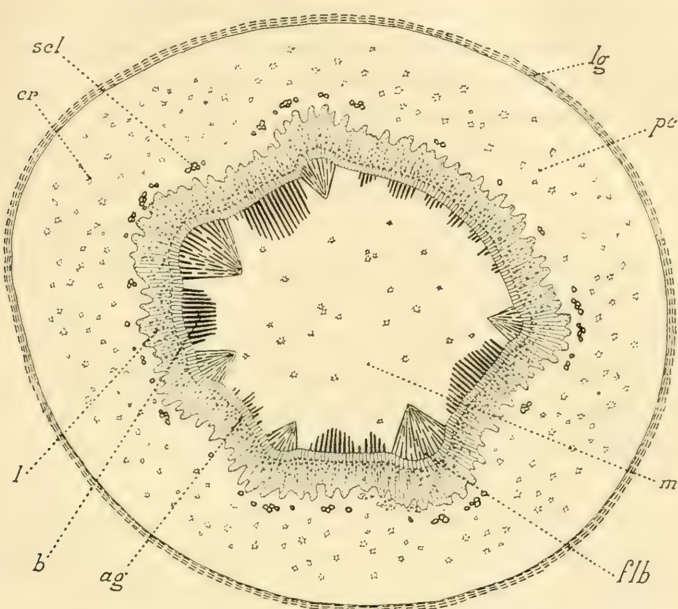


Fig. 31. — Coupe transversale dans le support rudimentaire d'un œil de rameau très vigoureux. — *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *scl*, sclérenchyme ; *flb*, faisceau libéro-ligneux ; *m*, moelle ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium.

vasculaire (*mc*) formant une couche relativement très épaisse et dans laquelle un grand nombre d'éléments sont lignifiés.

Proportions relatives des tissus. — La coupe que nous venons d'étudier est comparable à une coupe faite dans la partie annuelle d'une lambourde à un niveau correspondant à la partie immédiatement inférieure à l'insertion de la deuxième feuille supérieure. Étudions donc les proportions relatives des tissus dans ces deux cas :

SUPPORT DE L'ŒIL. *Rayon* : 10.					SUPPORT DE LA LAMBOURDE. *Rayon* : 10.				
Écorce...	3,8	Soit :	Écorce....	1	Écorce.	4,1	Soit :	Écorce.	1
Liber....	1,0	dont	Liber.....	$\frac{1}{5}$	Liber..	1,5	dont	Liber.	$\frac{1}{4}$
Bois.....	1,4		Bois......	$\frac{1}{3}$	Bois...	1,0		Bois...	$\frac{1}{6} < B < \frac{1}{5}$
Moelle...	3,8		Moelle....	$\frac{4}{5}$	Moelle.	3,2		Moelle.	$\frac{7}{10}$

Un tel organe présente donc, par rapport à la partie annuelle correspondante du support de la lambourde, une *légère diminution de l'épaisseur du liber*, et *une augmentation du tissu ligneux*.

Il se rapproche donc par ces caractères d'un véritable rameau à bois, et il apparaît immédiatement comme devant avoir subi un arrêt brusque de développement. La sève brute, très abondante dans le sujet que nous étudions, détermine la formation de ces gros yeux, et, s'il était possible d'imaginer un afflux permanent de cette sève, à la fois vers l'extrémité du rameau, et latéralement, il y aurait, dès la première année, formation d'autant de jeunes rameaux que d'yeux, c'est-à-dire de feuilles.

Mais l'appel terminal l'emportant de beaucoup sur les autres, il en résulte un arrêt de développement du jeune rameau qui prend alors l'apparence et la structure que nous avons indiquées.

Cette distribution différente de la sève est si bien la cause de ces modifications qu'il est possible d'obtenir artificiellement des modifications de ces yeux latéraux en diminuant la valeur du point d'appel terminal.

Il suffit, en effet, de tordre l'extrémité d'un rameau vigoureux en évitant soigneusement toute cassure, pour voir, au bout de très peu de temps, l'œil inférieur à la torsion prendre un grand développement. Si la torsion est faite au printemps ou pendant l'été, l'œil ou les yeux inférieurs donnent de véritables rameaux; si elle est faite à l'automne, l'œil inférieur grossit et, très souvent, produit des organes floraux.

Au contraire, l'œil qui se développe ensuite au-dessus de la partie tordue est très faible; les suivants seulement sont un peu plus développés, mais toujours moins forts que ceux de la partie inférieure du rameau.

Avant d'aborder l'étude du deuxième cas que nous devons examiner, suivons le développement de ce rameau et recherchons ce que deviennent ces différents yeux au cours de leur évolution.

Nous venons de voir qu'un tel rameau est tout naturellement destiné à donner d'autres productions rameuses, mais il peut aussi porter dès la première année les productions fruitières

qu'en arboriculture on désigne sous les noms de *dards* et de *brindilles*.

Quelquefois aussi, ces organes fructifères se forment les années suivantes, de la même manière qu'une lambourde. Dans un arbre de cette espèce, il est donc nécessaire de conserver soigneusement les productions fruitières (dards et brindilles). Ces productions, taillées par la suite, peuvent devenir de véritables branches fruitières.

B. SUJET PEU VIGOUREUX. — RAMEAU PEU DÉVELOPPÉ.

Ce rameau qui, pendant tout l'été, porte, latéralement, des yeux bien développés, semblables à l'œil normal déjà étudié, et, à son extrémité, un bourgeon terminal ne présentant aucune particularité, accroît peu sa longueur vers le commencement de l'automne; l'aspect présenté par ce rameau est alors très particulier :

La plupart des yeux latéraux se gonflent et se disposent à former des fleurs. On trouve de plus, à l'extrémité du rameau, deux ou trois yeux très rapprochés les uns des autres; ils sont devenus des boutons à fruit. L'œil terminal n'a pas échappé à cette transformation et constitue un bouton plus volumineux que les boutons latéraux (fig. 30).

Examinons donc la structure anatomique de cet œil terminal au moment où, son volume s'étant accru, il commence à former à son extrémité des organes floraux. Nous pouvons comparer ce bouton à fruits à celui que nous avons considéré et étudié comme normal, c'est-à-dire celui qui termine le support de la lambourde. Nous aurons ensuite à nous occuper de la structure du rameau lui-même.

Étude de l'œil terminal d'un rameau, œil qui se transforme dès la première année, en bouton à fruit. — Cet œil terminal est très différent du bourgeon qui termine un support de lambourde; il est plus long et plus volumineux. Nous l'étudierons à trois niveaux différents : 1° à un niveau très voisin de l'extrémité terminale, mais notre coupe n'intéressera que l'axe de l'œil, elle sera donc inférieure à l'insertion des organes floraux;

2° au milieu de la hauteur du bourgeon : 3° à la base même de ce bourgeon, au niveau correspondant à l'insertion de la première feuille supérieure du rameau terminal.

1° *Extrémité terminale de l'œil.* — Un épiderme simple recouvre une assise de grandes cellules en voie de cloisonnement. L'écorce comprend en outre une zone collenchymateuse de plusieurs assises de cellules arrondies, laissant entre elles de nombreux méats, puis un parenchyme cortical composé d'éléments de formes plus irrégulières. Un péricycle à cellules aplaties entoure le liber formé de petits éléments. On ne rencontre pas au milieu d'eux de grandes cellules parenchymateuses.

Le bois comprend un méristème vasculaire, relativement abondant et beaucoup d'éléments lignifiés à parois épaisses, mais dont le calibre est assez grand. La moelle est formée de grands éléments à parois minces.

Proportions relatives des tissus. — Il est difficile de déterminer avec quelque précision à ce niveau les rapports entre les tissus, surtout dans le bourgeon normal. Nous nous bornerons à constater que le liber a dans le bourgeon que nous étudions et dans le bourgeon témoin, sensiblement la même épaisseur. Quant au méristème vasculaire, il peut être évalué dans le bourgeon normal au $\frac{1}{30}$ de l'écorce ; il est égal dans le bourgeon terminal et à ce niveau au $\frac{1}{6}$ de l'écorce.

En étudiant les régions inférieures du même bourgeon, nous allons constater que l'épaisseur du tissu ligneux va sans cesse en augmentant dans de notables proportions, et beaucoup plus vite que dans le bourgeon normal, et, déjà, dans le bourgeon lui-même, nous trouvons des files de vaisseaux lignifiés.

2° *Une coupe faite au milieu de la hauteur du bourgeon* présente les caractères particuliers suivants :

L'écorce diffère assez peu de celle des régions supérieures, mais on observe ici une grande abondance d'oxalate de calcium, localisé, non dans le liber, mais dans l'écorce.

Proportions relatives des tissus. — Si nous rapprochons les chiffres obtenus en établissant les proportions relatives des tissus à ce niveau, de ceux que nous pouvons déterminer dans

un bourgeon normal à un même niveau, nous obtenons le tableau suivant :

SUJET. *Rayon* : 10.				TÉMOIN. *Rayon* : 10.			
Écorce...	3,4	Soit : Écorce....	1	Écorce...	3,5	Soit : Écorce....	1
Liber....	1,4	dont Liber....	$\frac{3}{10}$	Liber....	1,2	dont Liber....	$\frac{1}{4}$
Mér. vasc.	1,0	Mér. vasc.	$\frac{1}{5}$	Mér. vasc.	0,4	Mér. vasc.	$\frac{1}{12}$
Moelle...	4,0	Moelle...	$\frac{4}{5}$	Moelle...	5,0	Moelle...	1

Étudions enfin très rapidement la région basilaire de ce bourgeon, déterminée ainsi que nous l'avons dit plus haut.

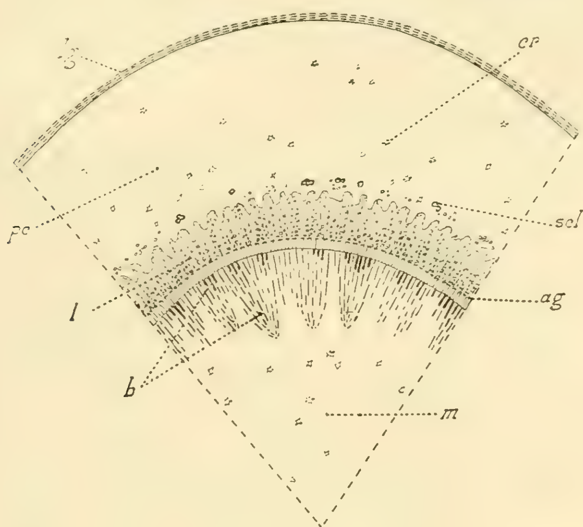


Fig. 32. — Coupe transversale de la partie basilaire du bourgeon à fruit terminal d'un rameau d'espèce peu vigoureuse. — *lg*, liège ; *pc*, parenchyme cortical ; *cr*, cristaux d'oxalate de calcium ; *scl*, sclérenchyme ; *l*, liber ; *ag*, assise génératrice ; *b*, bois ; *m*, moelle.

Les caractères se modifient ici très brusquement (fig. 32), et, dans cette région basilaire du bourgeon, on constate une faible réduction de la *moelle* (*m*) et du *liber* (*l*) par rapport à l'écorce, tandis qu'au contraire, le *méristème vasculaire* (*mv*) prend un grand développement. Un grand nombre de vaisseaux sont lignifiés.

A cette époque, l'anneau de bois présente deux zones très

nettes : celle qui correspond au bois de printemps est très épaisse; elle comprend des vaisseaux à large calibre, mais beaucoup d'éléments ne sont pas lignifiés. Le bois d'automne forme un anneau continu de 4 à 8 vaisseaux.

Sclérenchyme. — On observe enfin à ce niveau un anneau très incomplet de *sclérenchyme* (*scl*), anneau constitué de petits paquets formés chacun de quelques éléments.

Oxalate de calcium. — Enfin l'oxalate de calcium n'est plus, comme dans les niveaux supérieurs, localisé dans l'écorce, c'est-à-dire en grande partie dans le tissu cortical correspondant à l'insertion des écailles; c'est maintenant dans le liber qu'il est le plus abondant.

Amidon. — Notons que l'amidon est abondant dans toutes les parties de ce bourgeon, à quelque niveau que passe la coupe : l'écorce, comme dans tous les échantillons déjà étudiés, en renferme moins que la moelle.

Proportions relatives des tissus. — Établissons, comme nous venons de le faire pour un niveau supérieur, les proportions relatives des tissus :

SUJET. *Rayon* : 10.				TÉMOIN. *Rayon* : 10.			
Écorce...	4,0	Soit : Écorce.....	1	Écorce...	4,2	Soit : Écorce....	1
Liber....	1,0	dont Liber.....	$\frac{1}{5}$	Liber....	1,1	dont Liber....	$\frac{1}{5}$
Mér. vasc.	2,1	Mér. vasc..	$\frac{2}{5}$	Mér. vasc.	0,4	Mér. vasc.	$\frac{1}{12}$
Moelle...	3,0	Moelle....	$\frac{3}{5}$	Moelle...	4.3	Moelle...	$\frac{4}{5}$

De ces rapprochements nous pouvons conclure que les différences anatomiques entre l'œil devenu bouton à fruit et le bourgeon normal portent sur les deux points suivants :

1° *Une légère diminution du parenchyme libérien ;*

2° *Une augmentation relativement considérable du tissu ligneux.*

Ces deux caractères indiquent nettement qu'un tel bouton à fruit est mal constitué et que sa fructification est incertaine. Mais ce bourgeon devant être considéré comme anormal, est-il au moins possible, à l'aide des données acquises, d'expliquer sa formation?

Formation du bourgeon à fruit terminal. — L'absence de croissance terminale, marquée avant la formation du bourgeon à fruit par la réduction extrême des entre-nœuds supérieurs, est la seule cause de la formation de ce bourgeon. Cet arrêt de la croissance est brusque, car une coupe faite immédiatement au-dessous de la partie inférieure du bourgeon présente encore la structure normale du rameau, structure que nous étudierons plus loin.

Immédiatement au-dessus, la structure change et devient telle que nous l'avons montrée tout à l'heure.

L'absence d'allongement intercalaire a donc pour conséquence : la formation de nombreuses écailles à la partie supérieure du rameau ; l'augmentation des tissus de l'écorce et de la moelle par prolifération des cellules vivantes ; une formation réduite de vaisseaux ligneux puisque la sève arrive en moindre abondance.

La partie supérieure d'un tel rameau se trouve donc brusquement placée dans les conditions qui favorisent le développement du bourgeon proprement dit d'une lambourde, et il est facile d'admettre par analogie la formation des fleurs.

Ajoutons cependant qu'au printemps suivant, si un tel rameau n'est pas taillé, l'afflux de la sève est trop abondant, et, après la floraison de tous ces boutons à fruits, la grande majorité des fleurs avortent (1). En ce qui concerne le supérieur, il est très

(1) Sans vouloir entrer dans les détails de la taille, notons en passant les difficultés qui se présentent dans ce cas.

Supposons, en effet, un rameau constitué comme celui que nous venons de décrire, et choisi parmi les rameaux principaux d'un sujet en espalier (fig. 30).

Un tel rameau doit-il être taillé *long* ou *court*?

Une taille longue, faite, par exemple, au-dessous du deuxième œil latéral supérieur, détermine l'avortement des deux ou trois yeux suivants qui s'emportent à bois; mais quelques yeux plus inférieurs peuvent devenir lambourdes l'année suivante. Il faut toutefois remarquer que, chez un tel sujet, la flèche ainsi déterminée est rarement vigoureuse, et prend souvent une mauvaise direction.

Une taille courte, faite, par exemple au-dessous du sixième œil latéral, détermine l'emportement à bois des rares yeux qui restent ; la flèche est mieux formée et plus vigoureuse l'année suivante, mais toute production fruitière aura disparu sur le rameau jeune. Beaucoup d'arboriculteurs préfèrent cependant cette taille courte, et s'appliquent à conserver les *branches fruitières* portées par les branches plus âgées. Ils obtiennent ainsi une production fruitière plus abondante que dans le premier cas, mais il faut considérer cependant l'affaiblissement du sujet causé par ce procédé de taille, et le contraste peu agréable qu'il présente ensuite avec les arbres vigoureux voisins.

rare de trouver un fruit à l'extrémité d'un rameau; il y a quelquefois un commencement de développement, mais le fruit tombe au bout de très peu de temps.

Nous avons, dans les premiers chapitres, étudié la structure et le développement de l'œil à fruit, puis de la lambourde; nous venons d'étudier deux cas très particuliers de développement de rameaux et des yeux qu'ils supportent. Il nous reste enfin à voir s'il n'existe pas une relation entre les rameaux et les productions fruitières qu'on y rencontre habituellement.

II. — Structure des rameaux et des productions fruitières. — Rapprochement entre la structure anatomique des rameaux et celle des productions fruitières qu'ils supportent normalement.

Avant de tenter un rapprochement entre la structure d'un rameau et celle des productions fruitières qu'il porte, nous devons indiquer sommairement ce qui distingue entre elles les différentes productions fruitières. La lambourde a été étudiée au cours de ce travail. Nous n'avons pas l'intention d'étudier séparément avec autant de détails chacune des autres productions; nous nous bornerons au contraire à quelques brèves considérations sur les rapports entre leurs divers tissus.

Le *dard* est un petit rameau très court, dont le développement s'arrête brusquement; l'œil qu'il porte à son extrémité se développe donc comme le bourgeon qui termine la lambourde. Le support du dard peut donc être comparé à la partie annuelle du support de la lambourde. Déterminons quelles sont les productions relatives entre les tissus dans le dard (1):

Rayon : 10.

Écorce	3,5	Soit : Écorce	1
Liber	1,0	dont Liber	$\frac{1}{4}$
Bois	1,7	Bois	$\frac{3}{8}$
Moelle	3,8	Moelle	$\frac{1}{5}$

(1) Nous prenons toujours comme niveau une région voisine de la base, de manière à pouvoir comparer les résultats avec les chiffres obtenus en étudiant la région basilaire de la lambourde.

La *brindille* se développe en un an et n'accroît plus sa longueur si elle n'est pas taillée. C'est un rameau très grêle qui porte de petits yeux latéraux et se termine dès la première année par un bouton à fruit. Établissons, comme nous l'avons fait pour les autres productions, les proportions relatives entre les divers tissus :

Rayon : 10.

Écorce	2,8	Soit :	Écorce	1
Liber	1,2	dont	Liber	$\frac{3}{10}$
Bois	1,4		Bois	$\frac{1}{3}$
Moelle	4,4		Moelle	1

Rappelons pour mémoire les chiffres obtenus dans l'étude semblable que nous avons faite de la partie basilaire de la lambourde :

Écorce	3,3	Soit :	Écorce	1
Liber	2,0	dont	Liber	$\frac{2}{5}$
Bois	2,0		Bois	$\frac{2}{5}$
Moelle	2,6		Moelle	$\frac{1}{2}$

Nous possédons maintenant tous les chiffres relatifs aux productions fruitières ; nous pouvons d'autre part présenter dans un tableau les rapports analogues relatifs aux divers rameaux.

Nous avons examiné un grand nombre de rameaux de l'année, et, pour chacun d'eux, nous avons déterminé exactement les proportions relatives entre les divers tissus. En prenant une moyenne de tous les résultats obtenus et en tenant compte également des phénomènes de dorsiventralité, nous avons obtenu les chiffres que nous donnons plus loin.

Nous pouvons présenter ces résultats en les groupant sous deux titres différents : 1° les *rameaux vigoureux* ; 2° les *rameaux peu vigoureux*. Cette deuxième catégorie comprend :

a) Les rameaux des sujets faibles qui produisent peu de bois, mais se couvrent de productions fruitières ;

b) Les rameaux de sujets très vigoureux, mais vivant dans un terrain très sec ;

c) Les rameaux normaux ayant subi le pincement.

Nous aurons ainsi, en face de la structure normale moyenne du rameau à bois, différentes structures provenant de sujets naturellement faibles ou affaiblis.

RAMEAU NORMAL. *Rayon* : 10.				SUJETS FAIBLES. *Rayon* : 10.			
Écorce...	1,6	Soit : Écorce...	1	Écorce...	2,0	Soit : Écorce....	1
Liber....	0,6	dont Liber....	$\frac{3}{10}$	Liber....	1,1	dont Liber.....	$\frac{1}{3}$
Bois.....	5,5	Bois.....	2,5	Bois.....	3,8	Bois......	1,2
Moelle...	2,3	Moelle...	1	Moelle...	3,0	Moelle....	1

SUJET VIGOUREUX (TERRAIN SEC). *Rayon* : 10.				RAMEAU PINCÉ. *Rayon* : 10.			
Écorce...	2,3	Soit : Écorce.....	1	Écorce...	2,2	Soit : Écorce....	1
Liber....	0,8	dont Liber.....	$\frac{1}{4}$	Liber....	1,1	dont Liber....	$\frac{1}{3}$
Bois.....	3,9	Bois......	1,3	Bois.....	3,7	Bois.....	1,1
Moelle...	3,0	Moelle....	1	Moelle...	2,8	Moelle...	$\frac{4}{5}$

Récapitulons dans un autre tableau les résultats obtenus en étudiant les productions fruitières :

DARD. *Rayon* : 10.				BRINDILLE. *Rayon* : 10.			
Écorce...	3,5	Soit : Écorce....	1	Écorce...	2,8	Soit : Écorce....	1
Liber....	1,0	dont Liber.....	$\frac{1}{4}$	Liber....	1,2	dont Liber....	$\frac{3}{10}$
Bois.....	1,7	Bois......	$\frac{3}{8}$	Bois.....	1,4	Bois.....	$\frac{1}{3}$
Moelle...	3,8	Moelle...	4	Moelle...	4,4	Moelle...	1

LAMBOURDE. *Rayon* : 10.			
Écorce.......	3,3	Soit : Écorce.......	1
Liber........	2,0	dont Liber........	$\frac{3}{5}$
Bois.........	2,0	Bois.........	$\frac{2}{5}$
Moelle.......	2,6	Moelle.......	$\frac{1}{2}$

Nous pouvons, de ce seul rapprochement, tirer les conclusions suivantes :

Les productions fruitières se différencient des productions rameuses par une grande diminution du tissu ligneux par rapport à l'écorce, et, par une augmentation du liber par rapport au tissu ligneux.

Dans une production rameuse, le bois est toujours plus épais que l'écorce, ou au moins égal à l'écorce.

Dans une production fruitière, le bois est plus petit que la moitié de l'écorce, ou au plus égal à la moitié de l'écorce.

Dans une production rameuse, l'épaisseur du liber est toujours moindre que la moitié de l'épaisseur du tissu ligneux.

Dans une production fruitière, l'épaisseur du liber est toujours plus grande que la moitié de l'épaisseur du tissu ligneux.

RAPPROCHEMENT ENTRE LA STRUCTURE DES RAMEAUX ET CELLE DES PRODUCTIONS FRUITIÈRES QU'ILS SUPPORTENT.

La division que nous avons faite au début de ce chapitre, en arbres vigoureux et en arbres peu vigoureux, est évidemment moins nette que ne peut le faire supposer une étude ainsi présentée. Cependant, nous avons vu que la structure des rameaux (bien développés dans les deux cas) est très différente selon le sujet que l'on considère, et nous avons observé également que les productions fruitières qui se développent sur l'un ou sur l'autre de ces rameaux sont très variables ; sur un sujet vigoureux, les dards et *surtout les brindilles* prédominent (chez certaines espèces, la brindille est le seul appareil fructifère). Chez les espèces moins vigoureuses, la lambourde prédomine. Est-ce à dire qu'un rameau ne peut porter que l'une ou l'autre de ces productions, à l'exclusion des autres ? Il n'en est rien, et les exceptions sont relativement nombreuses. Tous les intermédiaires existent entre les deux sujets, que nous avons présentés comme des cas extrêmes, et tous les sols existent également, très variables suivant les régions, et quelquefois dans la même région. Or, la capacité fonctionnelle d'un rameau en voie de développement varie suivant le milieu dans lequel il se développe et celui dans lequel il respire. Si les sujets sont livrés à

eux-mêmes, les productions fruitières ou rameuses, qui naissent sur leurs branches, prennent plus ou moins de développement, et, selon les circonstances, se déterminent en productions fruitières ou rameuses.

L'habileté de l'arboriculteur consiste précisément à produire accidentellement les circonstances qui favoriseront sur un sujet la formation de la production voulue ; encore doit-il, dans tous les cas, tenir compte des qualités propres du sujet sur lequel il opère.

On conçoit facilement en effet que, seuls, les sujets vigoureux, capables de développer ce que nous avons appelé des rameaux secondaires, puissent porter, dès la première année, des rameaux fructifères (dards, brindilles ou même lambourdes de première année).

Examinons au contraire les rameaux affaiblis, et considérons l'*ensemble* des tissus conducteurs qu'ils renferment. Nous obtenons, dans chacun des cas étudiés, les résultats suivants :

RAMEAU PINCÉ.		SUJET VIGOUREUX (TERRAIN SEC).		SUJET PEU VIGOUREUX.	
Tissus conducteurs.	4,8	Tissus conducteurs.	4,7	Tissus conducteurs.	4,9
Écorce et moelle...	5,0	Écorce et moelle...	5,3	Écorce et moelle...	5,0

Faisons le même calcul pour la région basilaire de la lambourde (partie annuelle), et nous voyons qu'en terrain propre à la culture, le total des espaces occupés par les tissus conducteurs est de 4, contre 5,9, chiffre qui représente les épaisseurs réunies de l'écorce et de la moelle. En terrain sec, ces chiffres ne s'abaissent pas au-dessous de 3, représentant les tissus conducteurs, contre 7 pour la moelle et l'écorce.

Il y a donc une analogie frappante à ce point de vue entre la partie annuelle de la lambourde et le rameau de l'année d'un sujet faible. *La réduction du bois* dans la lambourde est due tout à la fois à la quantité moindre de sève qui passe dans un organe placé à angle droit par rapport à la branche, position qui diminue également la vitesse d'arrivée de la sève. L'*abondance relative du liber* s'explique par la présence de feuilles réunies sur un très petit espace.

La lambourde a donc la même origine qu'un rameau quelconque, mais des circonstances particulières dues à la nature du

sujet et au milieu dans lequel il vit, déterminent un brusque arrêt de développement. Cet arrêt de développement entraîne l'absence d'accroissement intercalaire, et les feuilles ne sont séparées que par des entre-nœuds extrêmement réduits. Le bourgeon se développe alors à son extrémité.

Notons en passant que, dans cet organe réduit, dans lequel les phénomènes végétatifs s'accomplissent lentement, nous avons pu suivre pas à pas la formation des vaisseaux lignifiés entre les faisceaux des pétioles et le processus de sclérification médullaire, phénomènes qui s'accomplissent trop brusquement pour y être facilement étudiés, dans un organe qui se développe et s'accroît.

Cet arrêt de développement et d'accroissement intercalaire suffit à expliquer pourquoi la lambourde est très abondante chez les sujets faibles ou affaiblis ; et il fait de cet organe, étant donnée l'épaisseur relative des divers tissus, un rameau normal de ces sujets, rameau que les circonstances déterminent en véritable branche fruitière.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Nous avons vu que sur le rameau normal de *Pirus communis* les diverses productions s'étagent dans l'ordre suivant : le sommet du rameau porte les productions rameuses, la partie moyenne les productions fruitières, la région basilaire, les yeux de remplacement (en nombre très réduit).

Dès que le rameau a atteint un développement suffisant, les yeux qui naissent à l'aisselle des feuilles prennent un aspect différent selon la région dans laquelle ils se forment. L'étude anatomique des yeux prouve cependant qu'il n'y a aucune différence spécifique entre l'œil à bois et l'œil à fruit, et ces deux termes désignent deux stades d'évolutions différentes d'un même organe : l'œil issu d'un rameau.

Les caractères essentiels de l'œil sont les suivants :

a) *Prédominance du liber sur le tissu ligneux ;*

b) *Les tissus de l'œil renferment, au commencement de l'été, peu d'amidon et d'oxalate de calcium. Ces deux corps y sont beaucoup plus abondants en automne ;*

c) *Le pincement d'un rameau détermine une augmentation de volume des yeux, augmentation due à l'épaisseur des tissus vivants et en particulier de l'écorce.*

Tout œil peut donner naissance à l'une des quatre productions suivantes : rameau, brindille, dard ou lambourde.

Résumons tout d'abord le développement de la lambourde.

Il est possible de marquer trois phases dans l'évolution de cet organe : 1° développement du support feuillé ; 2° développement du bourgeon proprement dit ; 3° formation des fleurs.

1° Le développement du support feuillé, qui commence au printemps, dès le début de la végétation, s'arrête assez brusquement. Le support ne possède tout d'abord comme système ligneux que les vaisseaux correspondant aux pétioles. Contrairement à ce qui se produit dans un rameau à bois, cette structure se maintient ici pendant plusieurs mois et la formation de vaisseaux ligneux nouveaux est ici très lente ; elle dure jusqu'à l'automne. Dans la région supérieure du support, l'anneau ligneux est quelquefois encore très irrégulier à cette époque. La sclérification des cellules de la moelle, qui débute au voisinage des vaisseaux ligneux, gagne progressivement le centre. La moelle n'est pas sclérifiée à la partie supérieure du support, quand le sol est suffisamment humide ;

2° Le bourgeon, très réduit pendant le printemps, se développe surtout pendant la période d'été. Il augmente de longueur et de volume, développe de nombreuses écailles : il en résulte la formation, dans ce bourgeon, d'un anneau complet de vaisseaux ligneux. Ces vaisseaux, émanant tous des écailles, sont tous à parois épaisses et à calibre étroit. Le liber est également, dans le bourgeon, mieux représenté que le tissu ligneux ;

3° Les fleurs se forment tardivement dans le bourgeon ; il se produit à cet effet un léger allongement du bourgeon et une différenciation des bourgeons foliaires en organes floraux.

Le développement dont nous venons de résumer les différentes phases est celui d'une lambourde vivant sur des sujets, poussant en terrain propre à la culture du poirier. Si le sol est sableux et très sec, le développement des lambourdes portées par des sujets de même espèce que les précédents, présente les caractères suivants :

La lambourde se forme plus rapidement au printemps; le support prend de suite une structure qu'il conserve jusqu'à l'automne ; seul, le tissu ligneux augmente d'épaisseur.

De plus, dans les sujets de terrain sec :

L'écorce du support est plus développée, surtout à cause du développement du liège.

Le liber présente au contraire une réduction très marquée.

Le tissu ligneux, moins abondant dans la partie supérieure du support (dont la structure dépend surtout de celle du bourgeon), est assez abondant dans la partie basilaire ; mais *les parois des vaisseaux sont toujours très épaisses et le calibre est plus réduit.*

La sclérification envahit les cellules de la moelle de très bonne heure et quelquefois la moelle du support est entièrement sclérifiée.

Observations relatives au bourgeon proprement dit :

L'accroissement du bourgeon est moindre en longueur et en volume.

Le liber, le méristème vasculaire et la moelle y sont relativement réduits.

L'*amidon* se forme plus tôt et plus abondamment dans les cellules du bourgeon et du support ; les tissus du bourgeon en sont gorgés dès le mois de juillet.

Effeuillage des lambourdes. — L'effeuillage des lambourdes, dans les conditions où il a été pratiqué, a une double conséquence, il détermine :

1° Des modifications de structure des tissus vivants;

2° La réduction des tissus vasculaires, comparativement à leur développement dans les échantillons normaux.

Enfin, le bourgeon qui surmonte le support feuillé prend un développement moindre ; il ne présente pas les qualités de grosseur et d'aspect qui déterminent un bourgeon comme

devant donner l'année suivante une production florale.

1° Modifications de structure des tissus vivants. On peut les résumer ainsi :

a) *Épaississement de la couche de liège.*

b) *Épaississement des parois des cellules du parenchyme cortical.*

2° *Tissus vasculaires.* — L'effeuillage d'une lambourde a pour conséquence immédiate une diminution de sa capacité fonctionnelle, et cette diminution se traduit aussitôt par les caractères suivants :

a) *Diminution d'épaisseur du liber;*

b) *Augmentation d'épaisseur des parois des vaisseaux ligneux qui se forment;*

c) *Formation d'un anneau ligneux complet* constitué par des vaisseaux *à calibre très faible*, ces vaisseaux sont à calibre plus étroit que les vaisseaux formés en été dans les lambourdes normales; on peut, dans la coupe même qui intéresse un organe effeuillé, les distinguer des vaisseaux formés au printemps avant l'effeuillage, et des vaisseaux d'automne qui correspondent à la fin de la végétation.

Notons ensuite :

d) *La sclérification très précoce de la moelle;*

e) *La formation en terrain sec d'un anneau incomplet de sclérenchyme.*

Observations relatives à l'amidon.

L'amidon est beaucoup plus abondant dans un rameau à fruit que dans un rameau à bois. Il se forme presque exclusivement pendant la période d'été, aussi bien dans l'œil que dans le bourgeon qui termine une lambourde. Sa formation est plus précoce quand le sol est très sec. Enfin, dans un organe tel que la lambourde, l'amidon de la moelle se présente sous un aspect très différent de celui de l'écorce (coloration, grosseur et disposition des grains). D'autre part, l'effeuillage d'une lambourde cause une diminution des grains d'amidon dans l'écorce, sans que la quantité contenue dans la moelle semble varier. La feuille semble donc n'avoir aucun rôle sur la formation de l'amidon dans la moelle.

Observations relatives à l'oxalate de calcium.

L'oxalate de calcium existe en grande abondance dans le bourgeon et dans le support. Il est déjà assez abondant dans ces organes avant que l'amidon ne s'y localise. La quantité d'oxalate augmente à mesure que le support grossit et que le bourgeon s'accroît. Très peu abondant dans la moelle, on en trouve des cristaux disséminés dans l'écorce, mais il est presque exclusivement localisé dans le liber. Il paraît donc légitime d'admettre qu'il constitue un véritable résidu laissé en place ou entraîné par la sève et entassé pour ainsi dire dans les parties de la plante où le mouvement de la sève est le plus lent.

Rameaux et productions fruitières.

L'étude des divers rameaux, normaux ou affaiblis (terrain sec, variétés peu vigoureuses, pincement) et celle des diverses productions fruitières nous permet de formuler les conclusions suivantes :

Dans une production rameuse, l'épaisseur du bois est plus grande que celle de l'écorce, ou au moins égale à celle de l'écorce.

Dans une production fruitière, l'épaisseur du bois est toujours plus petite que la moitié de celle de l'écorce.

Dans une production rameuse, l'épaisseur du liber est toujours plus petite que la moitié de l'épaisseur du tissu ligneux.

Dans une production fruitière, l'épaisseur du liber est toujours plus grande que la moitié de l'épaisseur du tissu ligneux.

D'autre part, on sait que les espèces vigoureuses produisent surtout des dards et des brindilles, et que les sujets faibles ou affaiblis se couvrent de lambourdes.

La production des dards et des brindilles ne semble déterminée par aucune loi bien rigoureuse. Au contraire, l'étude que nous avons présentée de la lambourde et de son développement, ainsi que les rapports des divers tissus entre eux nous permet de conclure que la lambourde est un *rameau normal* d'un sujet faible ou affaibli, lequel, à cause surtout de sa disposition sur la branche, subit un arrêt de développement et se détermine en branche fruitière.

La mise à fruit d'un sujet vigoureux doit donc se faire de deux manières différentes :

1° Conservation des dards, des brindilles *bien constituées*, là où ils se produisent.

2° Production artificielle de lambourdes.

Il est possible de répartir les variétés cultivées en un certain nombre de groupes, selon la vigueur des sujets, les productions fruitières qu'elles portent naturellement, et le sol qui leur convient le mieux. Chacun de ces groupes doit être étudié au point de vue des caractères généraux des variétés qu'il renferme ; il est nécessaire d'indiquer ensuite les diverses opérations qui peuvent assurer la mise à fruit selon les deux principes que nous indiquons plus haut, et l'époque à laquelle ces opérations doivent être effectuées. Les considérations générales que nous avons pu déterminer trouveront là leur application pratique.

Le présent travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la haute direction de M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, qui ne nous a ménagé ni ses encouragements, ni ses précieux conseils. Nous sommes heureux de lui exprimer ici toute notre reconnaissance.

Pour faire nos recherches, nous avons eu besoin de très nombreux échantillons, dont la plupart constituaient des organes utiles ou des rameaux nécessaires des sujets dont nous entreprenions l'étude. Quelques arboriculteurs ont bien voulu faire le sacrifice d'un certain nombre d'arbres fruitiers en plein rapport. Nous leur adressons à tous, et en particulier à M. Léonce Charlot, propriétaire à Saint-Germain-lès-Arpajon (S.-et-O.), nos sincères remerciements.

SUR LES IRVINGIACÉES

Par PH. VAN TIEGHEM.

Créé en 1860 par M. J. Hooker, et dédié à Irving, qui en a récolté les premiers échantillons à Abbeokuta, au Bénin, le genre Irvingie (*Irvingia*) a été, malgré son défaut d'amertume, classé par lui dans la famille des Simarubacées (1). Il y a été maintenu par presque tous les botanistes qui ont suivi, et encore en 1896 par M. Engler, qui l'a considéré, il est vrai, comme le type d'une sous-tribu distincte de cette famille, les Irvingiées (2).

Pourtant, dès 1867, Baillon, pour qui les Simarubacées ne formaient qu'une série, les Quassiées, dans la famille des Rutacées, s'était pris à douter, sans s'en expliquer autrement, que la place des Irvingies fût bien dans cette série (3). Plus tard, en 1884, après avoir étudié les Simarubacées au point de vue de l'existence et de la disposition des canaux sécréteurs dans la tige et dans la feuille, j'ai fait voir que, non seulement par l'absence de ces canaux, qui peuvent manquer aussi chez de véritables Simarubacées, mais surtout par la présence de grandes cellules à mucilage dans l'écorce et la moelle de la tige et du pétiole, les Irvingies diffèrent de toutes les plantes de cette famille (4), observation confirmée depuis par divers auteurs, notamment M. Vignoli, en 1886 (5), M. Pierre, en

(1) J. Hooker, *Transactions of the Linnean Society of London*, XXIII, p. 167, 1860.

(2) Engler, *Nat. Pflanzenfam*, III, 4, p. 227, 1896.

(3) Baillon, *Études sur l'herbier du Gabon* (Adansonia, VIII, p. 82, 1867) et *Histoire des plantes*, IV, p. 412, 1873.

(4) Ph. van Tieghem, *Sur les canaux sécréteurs des Liquidambarées et des Simarubées* (Bull. de la Soc. bot., XXXI, p. 247, 1884), et *Second mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes* (Ann. des Sciences nat., Bot., 7e série, I, p. 93, 1885).

(5) Vignoli, *Le Cay-Cay*, Thèse de pharmacie, Montpellier, 1886.

1892 (1), M. Solereder, en 1899 (2), et M. Jadin, en 1901 (3).

Dès 1892, ce caractère de structure avait paru à M. Pierre assez important pour exiger la séparation de ce genre d'avec les Simarubacées et son érection en une famille autonome, les *Irvingiacées*, famille qui serait à classer, suivant lui, dans le voisinage immédiat des Anacardiacées. Bien qu'elle n'ait pas été admise par M. Engler dans sa revision de 1896, comme il a été dit plus haut, l'autonomie de cette famille a été maintenue depuis par M. Pierre, qui a eu la bonne fortune de la doter de deux genres nouveaux, originaires, comme la plupart des Irvingies, de l'Afrique occidentale, la Klainedoxe (*Klainedoxa*), décrite en 1896 (4), et la Desbordésie (*Desbordesia*), non encore décrite, mais dont les échantillons et les dessins ont été communiqués en 1901 aux principaux Herbiers publics.

Grâce aux échantillons de son herbier, que m'a très obligeamment communiqués M. Pierre, et à ceux que j'ai trouvés dans notre Herbier du Muséum, j'ai pu faire une étude assez approfondie de ces trois genres et d'un quatrième que j'ai été amené à établir pour un groupe d'espèces comprises jusqu'ici dans le premier. Cet examen a achevé de me convaincre de la nécessité qu'il y a de les exclure tous les quatre de la famille des Simarubacées, pour les constituer en une famille nouvelle, les Irvingiacées, famille qui paraît toutefois, contrairement à l'opinion de M. Pierre, plus éloignée encore des Anacardiacées que des Simarubacées.

Résumons d'abord, dans le petit tableau suivant, quelques-uns des caractères distinctifs des quatre genres :

Pistil à	deux carpelles.	Drupe uniséminée. Inflorescence...	axillaire. Graine inalbuminée..........		*Irvingie.*
			terminale. Graine albuminée..........		*Irvingelle.*
		Samare uniséminée. Graine albuminée...			*Desbordésie.*
	cinq carpelles.	Drupe à cinq noyaux. Graine albuminée.			*Klainedoxe.*

Puis, étudions chacun de ces genres séparément.

(1) Pierre, *Flore forestière de Cochinchine*, fasc. XVII, pl. 263, 1892.

(2) Solereder, *Syst. Anatomie der Dicotyledonen*, p. 207, 1899.

(3) Jadin, *Contribution à l'étude des Simarubacées* (Ann. des Sciences nat., 8e série, Bot., XIII, p. 224 et p. 289, 1901).

(4) Pierre, *Plantes du Gabon* (Bull. de la Soc. Linnéenne de Paris, p. 1235, 1896).

1. Genre IRVINGIE.

1. *Conformation externe.* — Les Irvingies (*Irvingia* Hooker fil. *pro parte*) sont de grands et beaux arbres pouvant atteindre 40 mètres de hauteur, glabres dans toutes leurs parties, dont les rameaux, à surface lisse et côtelée, sont marqués à chaque nœud d'une cicatrice annulaire. Les feuilles y sont caduques, isolées distiques, simples, stipulées à stipules caduques, pétiolées à pétiole creusé en gouttière en haut, à limbe ovale, légèrement dissymétrique, l'une des moitiés étant un peu plus étroite que l'autre à la base, atténué en pointe au sommet, à bord entier, penninerve à nervures latérales espacées, remontant et s'unissant en arcades vers le bord, à réseau de nervules saillant sur les deux faces. Dans l'une des deux rangées de feuilles, si c'est la moitié de droite qui est plus étroite à la base, dans l'autre rangée, c'est la moitié de gauche ; de sorte que toutes les feuilles tournent leurs moitiés étroites du même côté de la tige, leurs moitiés larges du côté opposé.

Les stipules, qui mesurent 15 à 20 millimètres de long, sont remarquables. Elles sont latérales et libres, mais prennent chacune pour son insertion toute la moitié de la circonférence du rameau, de manière à ne laisser, après leur chute, que cette seule cicatrice, en forme d'anneau complet, située entre le pétiole et son bourgeon axillaire, dont il a été question plus haut. De plus, elles développent leurs deux bords au delà de leur insertion, de telle façon que l'une d'elles recouvre l'autre en avant et en arrière, sans toutefois les rejoindre, et que celle-ci les rejoint et les enroule en spirale l'un autour de l'autre ; en un mot, la première est équitante, la seconde convolutée. Ensemble elles forment un double étui conique, rigide et pointu comme une épine, souvent recourbé en corne, qui, persistant après l'épanouissement de la feuille, protège le bourgeon terminal jusqu'à l'épanouissement de la feuille suivante, à la manière de la pièce unique qui résulte de la concrescence postérieure des deux stipules dans le Figuier élastique, par exemple.

Sous cet étui, le bourgeon terminal offre d'abord une jeune

feuille involutée, opposée à la feuille épanouie, puis les deux stipules de cette feuille enveloppant, comme il vient d'être dit, la jeune feuille suivante, et ainsi de suite. Il faut remarquer seulement que si, pour une feuille donnée, c'est la stipule de droite qui engaine l'autre, pour la feuille suivante ce sera la stipule de gauche. Le sens du recouvrement change donc d'un nœud à l'autre, de manière que d'un même côté de la tige les stipules sont toutes recouvrantes, de l'autre toutes recouvertes. La chose se comprend bien si l'on remarque que la stipule la plus large, recouvrante, est toujours située du côté de la moitié la plus large du limbe à sa base. C'est donc la dissymétrie basilaire du limbe qui se retrouve, plus accusée encore, dans les stipules.

Quand le bourgeon terminal, après un temps de repos plus ou moins long, se dispose à allonger son premier entre-nœud, et à épanouir sa première feuille, les deux stipules se séparent, s'écartent, déroulent leurs bords, puis se détachent à la base et tombent, ne laissant comme trace de leur présence que la cicatrice annulaire signalée plus haut.

Au-dessus de son premier et très court entre-nœud, le bourgeon axillaire est aussi muni d'un étui extérieurement semblable à celui du bourgeon terminal, caduc comme lui plus tard, mais d'une tout autre valeur morphologique. Il est formé également de deux pièces latérales libres, insérées en face l'une de l'autre, presque à même hauteur, et dont l'une engaine l'autre, qui est enroulée en cornet ; mais ces deux pièces sont ici chacune une feuille entière : en un mot, ce sont deux écailles. Elles n'ont pas, en effet, au-dessous d'elles, une feuille dont elles puissent dépendre et chacune d'elles porte un petit bourgeon de second ordre à son aisselle. En dedans d'elles, le bourgeon offre d'abord une troisième écaille, superposée à la première et convolutée comme la seconde, puis une feuille involutée superposée à la seconde écaille, puis les deux stipules de cette feuille, conformées comme dans le bourgeon terminal et enveloppant d'un étui les jeunes feuilles suivantes.

Quand ce bourgeon axillaire ainsi protégé se développe, sans accroître son entre-nœud basilaire, il sépare, déploie et rejette ses deux écailles, et allonge l'entre-nœud suivant, au sommet

duquel la troisième écaille s'enroule en gaine autour du bourgeon devenu terminal. Plus tard, quand la croissance reprend, cette écaille unique est rejetée à son tour et un second entre-nœud s'allonge, au sommet duquel s'épanouit la première feuille verte, avec ses deux stipules enveloppant le nouveau bourgeon terminal. Après quoi, la croissance de la pousse se poursuit de la même manière. Tout rameau commence donc par trois écailles tout entières protectrices, avant de former la première feuille verte et les suivantes, qui ne demeurent désormais protectrices que par leurs stipules.

C'est sans doute cette ressemblance des stipules qui recouvrent le bourgeon terminal durant toute la croissance intermittente de la pousse feuillée avec les trois écailles qui protègent seulement à son début le bourgeon axillaire, qui a conduit M. J. Hooker à les considérer aussi comme des écailles et à regarder, en conséquence, les feuilles de ces plantes comme entièrement dépourvues de stipules (1). S'il avait vu plus exactement les choses, peut-être n'eût-il pas classé ce genre parmi les Simarubacées, qui sont, comme on sait, sans stipules.

Si l'on a insisté sur ce point, qui paraît peu important, c'est parce que ces écailles basilaires d'abord, et ensuite ces stipules tout du long, avec la même forme et la même disposition, aussi remarquables que rares, se retrouvent dans les trois autres genres et qu'elles constituent ainsi l'un des caractères extérieurs les plus frappants du petit groupe de plantes que l'on se propose d'étudier ici. Elles permettent à ces arbres, pendant les fréquentes intermittences de leur végétation, entre l'épanouissement de deux feuilles consécutives, de protéger fortement leurs bourgeons, axillaires ou terminaux, contre les rayons trop ardents du soleil tropical.

2. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Dans les limites qu'on lui assigne ici, le genre Irvingie est localisé en Afrique tropicale occidentale, mais il s'y présente sous plusieurs formes spécifiquement distinctes, quoique voisines, qu'il faut tout d'abord énumérer et distinguer.

Elles sont jusqu'à présent au nombre de trois seulement, dont

(1) J. Hooker, *loc. cit.*, p. 167, 1860.

deux, l'I. de Barter (*I. Barteri* Hook. fil.), de l'île du Prince, et l'I. ténuifoliée (*I. tenuifolia* Hook. fil.), du Bénin, ont été décrites en 1860 par l'auteur du genre, tandis que la troisième, récoltée au Gabon par Aubry-Lecomte, qui l'a tenue pour un Manguier et l'a nommée en 1857 *Mangifera gabonensis* (1), a été plus tard décrite par Baillon et rapportée par lui au genre Irvingie, sous le nom d'Irvingie du Gabon (*I. gabonensis* (Aubry-Lecomte) Baillon (2). Ces trois espèces se réduiraient même à une seule, si l'on admettait, avec M. Oliver, que l'I. ténuifoliée n'est qu'une simple variété de l'I. de Barter (3), et avec Baillon que l'I. du Gabon est identique à l'I. de Barter, dont le nom devrait, dès lors, comme postérieur, passer aux synonymes (4).

Mais ces deux opinions ne me paraissent pas fondées. D'une part, l'I. ténuifoliée, trouvée par Irving au Bénin, me semble, comme à M. J. Hooker, bien distincte de l'I. de Barter, découverte par Barter à l'île du Prince ; de l'autre, l'examen comparatif des divers échantillons récoltés successivement au Gabon par Mann, Duparquet, Griffon du Bellay, M. Jolly, M. Masson et surtout par le P. Klaine, au Dahomey par M. E. Poisson, au Cameroun par M. Zenker, au Congo par Smith, M. Lecomte et M. Chevalier, m'a convaincu non seulement que ces plantes diffèrent spécifiquement de l'I. ténuifoliée et de l'I. de Barter, mais encore qu'elles représentent plusieurs espèces, qu'il faut tout d'abord distinguer et caractériser sommairement par rapport aux deux précédentes et entre elles.

Pour l'I. ténuifoliée, à défaut de l'échantillon type de Irving, j'ai étudié la plante récoltée par Mann au Cameroun en 1863 (nº 2206), distribuée sous ce nom par l'Herbier de Kew et qui répond bien à la description, notamment par ses feuilles membraneuses. Rameaux, pétioles et pédoncules floraux y sont très grêles et noirâtres, ainsi que les gaines stipulaires. A son

(1) O'Rorke, *Note sur le pain de Dika du Gabon* (Journal de Pharmacie et de Chimie, XXXI, p. 275, 1857, et Répertoire de Pharmacie, XIV, p. 264, février 1858).

(2) Baillon, *Études sur l'herbier du Gabon* (Adansonia, VII, p. 381, et VIII, p. 82, 1867).

(3) Oliver, *Flora of trop. Africa*, I, p. 314, 1868.

(4) Baillon, *loc. cit.*, p. 86, 1867.

second nœud, le pédoncule floral porte, au lieu de bractée, une feuille verte, plus petite que les feuilles végétatives.

Pour l'I. de Barter, à défaut de l'échantillon type de Barter, j'ai étudié la plante récoltée par Mann en 1861 au même lieu (n° 1123), c'est-à-dire à l'île du Prince, distribuée sous ce nom par l'Herbier de Kew. Elle diffère de la précédente, notamment par ses feuilles coriaces, vert pâle, plus atténuées à la base et au sommet, et plus grande, mesurant en moyenne 10 centimètres sur 4, au lieu de 6 centimètres sur 3. Le fruit, ovale aplati, ne mesure que 2^{cm},5 de long sur 1^{cm}.5 de large et 1 centimètre d'épaisseur.

L'I. du Gabon se distingue tout de suite de l'I. de Barter par son fruit beaucoup plus grand qui, d'après l'auteur même de l'espèce, est « ovoïde, jaune et de la grosseur d'un œuf de cygne ». Des échantillons portant à la fois des fleurs et de pareils fruits ont été récoltés pour la première fois en 1901 aux environs de Libreville, au Gabon, par le P. Klaine (n° 2353 en fleurs ; n° 2571 en fruits). La drupe, brunie et durcie par la dessiccation, y mesure 6 à 7 centimètres de long sur 4 centimètres de large et 3^{cm},5 d'épaisseur. Le noyau, très dur, jaune veiné de blanc, à 5 millimètres d'épaisseur ; la pulpe, après dessiccation, à 8 millimètres d'épaisseur ; les filets qui la traversent en rayonnant à partir du noyau sont jaunes, rigides et mesurent 7 millimètres de long. Les feuilles, de dimension assez inégale ont en moyenne 9 centimètres de long sur 4 de large pour le limbe, avec environ 5 millimètres de long pour le pétiole. L'inflorescence offre un caractère particulier. A l'aisselle d'une feuille, au lieu d'une panicule trifurquée dès la base, comme dans la plupart des autres espèces du genre, c'est ici d'ordinaire un rameau feuillé, qui produit à sa base, à l'aisselle des deux écailles inférieures du bourgeon primitif dont il a été question plus haut, deux pédoncules ramifiés à un ou deux degrés, semblables aux deux branches inférieures de la panicule dans les espèces précédentes. Ce sont ces échantillons complets que j'ai étudiés comme types de cette espèce. Je crois pouvoir y rapporter d'une part les rameaux sans fleurs ni fruits (n° 112), de l'autre les fruits isolés (n°s 9 et 11), récoltés à Libreville par M. Jolly en mars 1891.

Smith a rapporté du Congo, en 1859, des rameaux avec fleurs et fruits d'une plante que l'Herbier de Kew a distribuée comme Irvingie, sans numéro, ni nom spécifique, et que Baillon a identifiée à tort dans l'Herbier du Muséum avec l'I. ténuifoliée du Cameroun et du Bénin. Elle en diffère beaucoup par ses feuilles coriaces plus allongées, mesurant 7 centimètres sur 3, par ses rameaux et pétioles moins grêles et grisâtres, comme les gaines stipulaires. Les pédoncules floraux, grisâtres aussi, mais très grêles, sont fortement renflés aux nœuds. Le disque hypogyne y est plus développé et le fruit a la même dimension que dans l'I. Barter. C'est une espèce distincte, que je nommerai I. noueuse (*I. nodosa* v. T.).

Mann a trouvé au Gabon, Lat. 1° N, en 1862, des échantillons (n° 1829), que l'Herbier de Kew a distribués sous le nom de *I. Barteri*, et que Baillon a identifiés à tort dans l'Herbier du Muséum avec l'I. du Gabon. De l'une et de l'autre, ils diffèrent notamment par l'aspect luisant des deux surfaces de la feuille, qui mesure en moyenne 8 centimètres sur 4, et par l'étroitesse des sépales réfléchis à la base des jeunes fruits. Ce sera l'I. de Hooker (*I. Hookeriana* v. T.).

Les échantillons récoltés par le P. Klaine, avec fruits en septembre et fleurs en décembre 1900 (n° 1931), constituent aussi une espèce bien distincte. D'abord, les feuilles sont plus grandes, mesurant 13 à 15 centimètres de long sur 5 à 7 centimètres de large. Ensuite, le fruit est aplati, large à la base, progressivement atténué au sommet, comme triangulaire, mesurant $6^{cm},5$ de long, $4^{cm},5$ dans sa plus grande largeur et 3 centimètres d'épaisseur, avec un noyau plus mince, moins dur, blanchâtre, et recouvert après la disparition de la pulpe de fibrilles fines et molles qui lui donnent un aspect velouté. Ce sera l'I. veloutée (*I. velutina* v. T.). Le P. Klaine l'avait déjà trouvée en fleurs en août et septembre 1896 (n°s 61 et 501).

De pareils fruits isolés (n° 186) et les plantules qu'ils produisent en germant (n° 157) avaient été récoltés dans la même région, dès avril 1891, par M. Jolly.

Le P. Duparquet a récolté au Gabon, en 1864, un échantillon en fleurs (n° 67) que Baillon a identifié à tort avec l'espèce dont Aubry-Lecomte ne lui avait rapporté que les fruits, et

même seulement les noyaux des fruits, c'est-à-dire avec l'I. du Gabon. Il en diffère notamment par son inflorescence, dont le pédoncule, dépourvu de branches à l'aisselle de ses deux bractées basilaires, ne se ramifie qu'à deux degrés, en un mot, est une grappe simplement composée. D'autres, différences seront signalées plus tard. C'est une espèce distincte, que je nommerai I. de Duparquet (*I. Duparqueti* v. T.).

Griffon du Bellay a rapporté du Gabon, en 1863, sous le même numéro 217, les rameaux en fleurs de deux plantes bien différentes, que Baillon a identifiées à tort, comme la précédente, entre elles et avec l'I. du Gabon. L'une se distingue aussitôt par une ramification touffue, en balai et par des feuilles petites, ne mesurant que 5 à 7 centimètres de long sur 2 à 3 centimètres de large. Ce sera l'I. de Griffon (*I. Griffoni* v. T.). Elle a été retrouvée par le P. Klaine aux environs de Libreville, avec fruits en janvier 1896 (n° 292), avec fleurs en septembre 1896 (n° 751) et en août 1900 (n° 1899). La drupe est petite, mesurant seulement 3cm,5 de long sur 2cm,5 de large, à pulpe mince, à noyau très épais et très dur.

L'autre, par ses feuilles beaucoup plus grandes, mesurant 11 et jusqu'à 14 centimètres de long sur 6 et jusqu'à 8 centimètres de large, se montre, autant qu'on en peut juger en l'absence des fruits, identique à l'I. veloutée.

C'est le moment de remarquer que la description de l'I. du Gabon, telle qu'elle a été donnée par Baillon (1), a été tracée d'après des matériaux appartenant à quatre espèces différentes, savoir : pour le fruit, d'après les noyaux de l'I. du Gabon, rapportés par Aubry-Lecomte ; pour les rameaux, les feuilles, l'inflorescence et les fleurs, d'après l'échantillon de Duparquet et les deux échantillons distincts de Griffon du Bellay, représentant respectivement, comme on vient de le voir, l'I. de Duparquet, l'I. de Griffon et l'I. veloutée. Cela résulte déjà des seuls documents que l'auteur avait alors à sa disposition ; mais la preuve matérielle en est fournie par l'existence dans l'Herbier du Muséum d'une feuille où ce botaniste a cru devoir grouper les éléments hétérogènes dont il s'est servi. On y voit côte à côte,

(1) *Loc. cit.*, p. 83, 1867.

attachés de sa main, un sachet avec les noyaux de l'I. du Gabon et un fragment de chacun des échantillons types des trois autres espèces. Cette singulière méthode de travail explique à la fois le vague de la description et qu'elle puisse tout aussi bien convenir, non seulement à l'I. de Barter, comme l'admettait l'auteur, mais encore à beaucoup d'autres espèces.

M. Chevalier a trouvé au Soudan français, à Koulaye-Haraye, en février 1900, des rameaux feuillés avec fruits mûrs (n° 3157) qui, pour la forme et la dimension des feuilles, ressemblent à l'I. veloutée ; le limbe, qui mesure 11cm,5 à 12 centimètres de long sur 6 centimètres à 6cm,5 de large, est pourtant moins atténué à la base. Mais surtout le fruit est différent. Ovale et presque sphérique, il mesure 5 centimètres de long sur 4cm,5 de large. Le noyau y est très mince et très tendre, mesurant seulement 1 millimètre d'épaisseur ; la pulpe, épaisse de 15 millimètres, est traversée par des filets rayonnants très ténus et très mous. Ce sera l'I. ténuinucléée (*I. tenuinucleata* v. T.).

Le même botaniste a récolté au Congo, près du confluent de l'Oubangui, en décembre 1903, des rameaux avec inflorescences et très jeunes fruits (n° 10979 et n° 11004) d'un arbre remarquable par ses feuilles brunes, à limbe ovale arrondi, mesurant 10 centimètres de long sur 5 à 6 centimètres de large, et par la brièveté de la gaine stipulaire du bourgeon terminal, qui atteint à peine 4 millimètres. Ce sera l'I. brune (*I. fusca* v. T.).

M. Masson a rapporté du Gabon, en 1883, des échantillons en fleurs ressemblant, pour la forme et la dimension des feuilles, à l'I. de Duparquet, mais s'en distinguant par l'inflorescence, qui est à la fois axillaire des feuilles et terminale de la pousse feuillée, ainsi que par la couleur bleue que prend l'ovaire quand il se développe en jeune fruit. Ce sera l'I. bleue (*I. cærulea* v. T.). Elle a été retrouvée en 1896 à Yaunde, au Cameroun, par M. Zenker (n° 806) et distribuée comme *I. Barteri*.

Le P. Klaine a trouvé aux environs de Libreville, au Gabon, en septembre 1900, des échantillons en fleurs qu'il a rapportés à l'*I. Barteri*, mais qui s'en distinguent nettement par la forme et la couleur des feuilles, qui sont d'un beau vert gai. Ce sera l'I. gaie (*I. læta* v. T.).

Les échantillons récoltés au Dahomey, en 1903, par

M. E. Poisson, identifiés avec l'*I. Barteri* dans l'Herbier du Muséum, en diffèrent aussi nettement, surtout par le calice qui, après l'épanouissement de la fleur, demeure relevé, dressé autour du jeune fruit, au lieu de se rabattre vers le bas comme d'ordinaire, et par le style long et tortillé. Ce sera l'I. dressée (*I. erecta* v. T.).

M. Zenker a récolté au Cameroun, à Bipinde, en 1896 et 1901, des échantillons en fleurs (n° 1706 et n° 2329), distribués comme *I. Barteri*, mais qui s'en distinguent, notamment par l'inflorescence pauciflore. Ce sera l'I. pauciflore (*I. pauciflora* v. T.).

Malheureusement, dans la plupart de ces espèces, on n'a pas encore pu observer le fruit mûr. C'est le contraire pour la suivante, dont on ne connaît pour le moment que le fruit.

Au cours de son voyage au Congo en 1896, M. Lecomte a ramassé dans la forêt de la côte, entre Mayomba et Kilabi, un fruit appartenant à ce genre, mais y caractérisant probablement une espèce nouvelle. Il est aplati, presque orbiculaire, mesurant 8 centimètres de largeur sur 3 centimètres d'épaisseur. Le noyau, hérissé de longues fibrilles raides et brunâtres, est très épais, mesurant jusqu'à 7 millimètres, et surtout extrêmement dur. En attendant qu'on puisse connaître l'arbre qui le produit, ce fruit suffit à définir une espèce distincte qui, puisque la graine y est totalement dépourvue d'albumen, appartient bien au genre Irvingie. Ce sera l'I. platycarpe (*I. platycarpa* v. T.).

Le genre Irvingie se trouve donc composé actuellement de quinze espèces. Je les ai étudiées toutes sur les échantillons originaux, de manière non seulement à fixer avec plus de précision qu'il n'a été fait jusqu'à présent les caractères du genre, tels que les fournissent la structure de la tige, de la feuille et de la racine, l'organisation de la fleur, du fruit et de la graine, enfin la conformation de la plantule issue de la germination, mais encore à signaler les différences internes qui, à ces divers points de vue, existent entre les espèces et qui viennent s'ajouter aux caractères externes pour les mieux définir.

3. *Structure de la tige.* — La jeune tige a un épiderme glabre, formé de petites cellules à membrane externe faiblement cuti-

nisée et lignifiée, muni de stomates situées au fond d'autant de petites dépressions.

La première assise de l'écorce, ou exoderme, n'offre rien de particulier ; mais la seconde assise produit de bonne heure, dans la plupart de ses cellules, un cristal octaédrique d'oxalate de calcium, dont le grand axe est dirigé transversalement suivant la tangente ; puis, elle épaissit et lignifie fortement ses membranes sur les faces interne et latérales, en forme d'U, produisant ainsi autant de petits alvéoles, qui enchâssent chacun étroitement un cristal. En un mot, elle se différencie en un cristarque, semblable à celui des Ochnacées (1) et jouant le même rôle de cuirasse, à la fois dure et réfléchissante, avec cette différence seulement que chaque alvéole renferme là une mâcle sphérique, ici un simple octaèdre. Un tel cristarque à octaèdres se rencontre, comme on sait, dans les Érythroxylacées, chez l'Aneulophe (*Aneulophus*), où il se différencie dans l'exoderme, et chez divers Érythroxyles (*Erythroxylum*) où il est tantôt localisé, comme ici, dans la seconde assise de l'écorce, tantôt diffus dans toute son épaisseur (2). Ici aussi, cette cuirasse a nécessairement ses défauts. Le cristarque est, en effet, discontinu, interrompu çà et là, dans sa longueur et dans sa largeur, par des cellules ordinaires, sans cristal et sans sclérose, demeurées vivantes. Par ces places réservées, qui restent molles et perméables, l'épiderme et l'exoderme continuent à recevoir du dedans les éléments nutritifs nécessaires à l'entretien de leur vitalité. Par elles aussi, la zone interne de l'écorce et la stèle qu'elle entoure continuent à entretenir avec l'atmosphère ambiante les échanges gazeux indispensables à leur activité. Les stomates sont, en effet, toujours situés en regard de ces places réservées.

En dedans du cristarque ainsi constitué, l'écorce, formée de cellules à parois minces et sans cristaux, renferme, disposées en un seul cercle vers le milieu de son épaisseur, qui est faible, de grandes cellules à mucilage, ordinairement isolées, parfois groupées plusieurs côte à côte. En dehors des faisceaux fibreux

(1) Ph. van Tieghem, *Sur les Ochnacées* (Ann. des sc. nat. Bot., 8e série, XVI, p. 167, 1902).

(2) Ph. van Tieghem, *Structure et affinités des Erythroxylacées ; un nouvel exemple de cristarque* (Bulletin du Muséum, IX, p. 287, 1903).

du péricycle, l'assise corticale interne, c'est-à-dire l'endoderme, épaissit et lignifie ses cellules en forme d'U et produit dans chacune d'elles un octaèdre d'oxalate de calcium, tandis que dans leurs intervalles, elle les conserve à parois minces et sans cristal. En un mot, il se différencie dans l'endoderme un second cristarque, qui double l'action protectrice du premier.

Dans la stèle à contour onduleux, le péricycle différencie dans les saillies, en dehors des faisceaux libéroligneux, tout autant de faisceaux fibreux, séparés d'abord dans les creux par des arcs de parenchyme. Ce sont ces faisceaux fibreux qui, sous la mince écorce, se traduisent au dehors par les côtes de la surface, signalées plus haut. Plus tard, les arcs de parenchyme épaississent et lignifient fortement leurs membranes sur les faces interne et latérales, en forme d'U, mais sans y produire de cristaux, et le péricycle se trouve formé en définitive d'un anneau fibro-scléreux continu. Le liber, primaire et secondaire, est tout entier mou, avec rayons unisériés. Le bois, primaire et secondaire, est normal, avec rayons unisériés ou bisériés. Dans le bois primaire, les cellules qui séparent les files rayonnantes des vaisseaux gardent leurs parois minces et cellulosiques. Dans le bois secondaire, les compartiments renferment, outre les vaisseaux et les fibres, du parenchyme lignifié, disposé en bandes tangentielles alternant avec des bandes fibreuses.

Sans les épaissir notablement, la moelle lignifie de bonne heure les membranes de ses cellules dans sa zone périphérique, tandis qu'elle les conserve cellulosiques dans sa région centrale, plus ou moins réduite, qui renferme quelques grandes cellules à mucilage, confluant çà et là en une seule large lacune. Aux différents niveaux où il n'existe pas de cellules à mucilage, la lignification envahit jusqu'au centre toute la moelle, qui est homogène en ces points; de sorte qu'une section transversale faite à un tel niveau pourrait faire croire à l'absence de cellules à gomme. Il y a là une erreur à éviter.

Le périderme se forme dans l'assise corticale externe, ou exoderme, ce qui explique la situation du cristarque externe dans la seconde assise. Le liège épaissit et lignifie plus tard ses membranes sur la face interne des cellules. Il n'y a pas de phello-

derme au début ; plus tard, il se réduit d'ordinaire à une seule assise.

Telle que l'on vient de l'esquisser, la structure de la tige ne subit, suivant les espèces, que de légères modifications. Le cristarque externe est plus ou moins interrompu. Les places réservées y sont tantôt, et le plus souvent, étroites et espacées (I. du Gabon, de Griffon, etc.), tantôt plus larges et plus rapprochées (I. de Barter, veloutée, etc.), jusqu'à réduire parfois la cuirasse à des plaques étroites, ou même çà et là à des cellules isolées (I. ténuifoliée, de Duparquet, etc.). Par contre, lorsqu'il est peu interrompu, il s'y ajoute parfois çà et là, sur la face interne, quelques cellules appartenant à la troisième assise corticale, qui renforcent la cuirasse (I. de Griffon, etc.). Outre ses grandes cellules à gomme, l'écorce renferme quelquefois des cellules isolées, de forme et de dimension ordinaires, contenant une matière résineuse jaunâtre (I. ténuifoliée, du Gabon de Duparquet, etc.). Il s'y forme aussi parfois des cristaux octaédriques d'oxalate de calcium (I. ténuifoliée, de Griffon, veloutée, ténuinucléée, gaie, etc.). Le liber secondaire renferme aussi parfois de pareils cristaux octaédriques (I. du Gabon, de Griffon, gaie, etc.). Dans l'I. noueuse, il est relativement plus épais et ses rayons unisériés se dilatent progressivement vers l'extérieur, par suite de la croissance tangentielle de leurs cellules. Dans l'I. de Duparquet, il s'y différencie de bonne heure des paquets de fibres, irrégulièrement distribués. La moelle, dont la région centrale cellulosique et gommifère, est parfois très réduite (I. ténuifoliée), renferme quelquefois, dans les cellules de la zone externe lignifiée, de gros octaèdres d'oxalate de calcium (I. de Griffon, ténuinucléée, gaie, etc.).

Dans son travail sur les Simarubacées cité plus haut, M. Jadin a fait, en 1901, une étude sommaire de la structure de la tige d'une Irvingie, qu'il a nommée I. du Gabon. Il n'a pas manqué d'y retrouver, dans l'écorce et la moelle, les grandes cellules à mucilage que j'avais signalées dans ce genre dès 1886, mais le cristarque, aussi bien l'interne que l'externe, lui a échappé comme tel (1).

(1) Jadin, *loc. cit.*, p. 293, 1901.

4. *Structure de la feuille.* — La feuille reçoit de la stèle de la tige sept méristèles, qui s'en séparent toutes au nœud même; la médiane, plus large, a trois faisceaux libéroligneux côte à côte, les autres un seul. La médiane entre d'abord tout entière dans le pétiole en se trifurquant; les latérales s'y rendent aussi de proche en proche; mais, en s'incurvant horizontalement dans l'écorce, elles s'y divisent et laissent en dedans d'elles de nombreuses petites branches, qui pénètrent aussitôt verticalement de chaque côté dans les deux larges stipules dont il a été question plus haut et où nous les retrouverons tout à l'heure.

Creusé en gouttière sur sa face supérieure, le pétiole a un épiderme glabre à cuticule lignifiée. La seconde assise corticale y est différenciée en un cristarque pareil à celui de la tige, dont il est le prolongement. Vers le milieu de son épaisseur, l'écorce renferme, isolées et disposées en un seul rang, de grandes cellules à mucilage, semblables à celles de la tige. Les méristèles se sont fusionnées latéralement en un arc, qui a rapproché ses deux bords jusqu'au contact en haut, pour les fusionner ensuite et devenir finalement une courbe fermée. Considérée au voisinage du limbe, cette courbe, convexe en bas, concave ou plane en haut, a ses faisceaux libéroligneux distincts, au nombre de neuf d'ordinaire dans l'arc inférieur convexe, et de deux plus larges dans la bande supérieure plane, munis chacun d'un arc fibreux péridesmique en dehors du liber. Ces arcs fibreux sont réunis bord à bord en un anneau continu par la sclérose en U des cellules intermédiaires, sclérose qui porte aussi sur les rayons séparant les libers. L'endoderme qui borde l'anneau fibro-scléreux se différencie en un cristarque interne, comme dans la tige. Enfermée dans la courbe, la région médullaire du péridesme lignifie ses membranes dans sa zone périphérique et les conserve cellulosiques au centre, où se trouvent quelques grandes cellules à mucilage, souvent réduites à l'unité.

Cette structure du pétiole à son sommet se conserve ensuite dans la nervure médiane du limbe, en s'atténuant progressivement à mesure que des cornes de la courbe fermée se détachent les méristèles qui constituent les nervures latérales. Il faut remarquer pourtant qu'à son entrée dans la côte mé-

diane du limbe, le cristarque externe passe progressivement dans l'exoderme, devient finalement sous-épidermique. A la naissance du limbe, on trouve donc çà et là deux cristarques superposés. Il faut remarquer aussi que, dans la côte médiane, la région médullaire du péridesme de la courbe méristélique cesse bientôt de contenir de grandes cellules à mucilage et lignifie ses membranes dans toute son étendue.

Ainsi constituée, la structure du pétiole se complique d'une singulière anomalie. Dès la base, alors que la courbe méristélique n'a pas encore rejoint ses bords pour se fermer en haut, le péricycle de chaque bord épaissit beaucoup sa couche interne parenchymateuse et y différencie, au-dessous de la couche fibreuse, un faisceau cribrovasculaire annulaire, plus épais en bas qu'en haut, séparé du liber sous-jacent par une couche de parenchyme qui appartient encore au péricycle. A mesure qu'il s'élève dans le pétiole, ce faisceau perd progressivement son arc supérieur et se réduit finalement à un faisceau bilatéral à région criblée inférieure, à région vasculaire supérieure appuyée en haut contre la couche fibreuse, inversement orienté, par conséquent, par rapport au faisceau libéroligneux sous-jacent. Dans cet état, il se prolonge ensuite, suivant les espèces, comme il sera dit tout à l'heure, plus ou moins loin dans le pétiole et dans la côte médiane du limbe, en s'atténuant peu à peu et finissant par disparaître.

Cette formation, plus ou moins durable, de faisceaux cribrovasculaires inverses dans l'épaisseur du péricycle de la feuille, alors que rien de semblable ne s'observe dans la tige, rappelle le phénomène signalé dans un travail récent chez les Ancistrocladacées (1), avec cette différence toutefois qu'ici elle est localisée dans la bande supérieure de la courbe méristélique. Il faut remarquer encore que les deux faisceaux surnuméraires sont ici ordinairement inégaux, le moins gros devenant bilatéral plus tôt que l'autre et se terminant aussi avant l'autre. Cette différence est en relation avec l'inégalité signalée plus haut entre les deux moitiés du limbe à sa base, le faisceau surnuméraire le plus développé correspondant à la moitié

(1) Ph. van Tieghem, *Sur les Ancistrocladacées* (Journ. de Bot., XVII, p. 151, 1903).

du limbe la plus large. La dissymétrie du limbe n'est donc que l'expression extérieure d'une dissymétrie interne dans le pétiole et celle-ci réside uniquement dans les faisceaux surnuméraires péricycliques, tout le reste de la structure étant, comme d'ordinaire, symétrique par rapport au plan médian.

Dans la lame, l'épiderme supérieur est formé de grandes cellules à membrane mince et ondulée sur les faces latérales, épaisse et gélifiée sur la face interne. L'épaississement gélifié est bordé en dehors, contre le protoplasme, par une pellicule demeurée cellulosique, tendue suivant la tangente d'une face latérale à l'autre. Il en résulte, comme on le sait en général pour cette sorte d'épiderme foliaire, assez fréquente dans les plantes tropicales, l'apparence d'un cloisonnement tangentiel et par conséquent d'un épiderme composé : d'où la possibilité d'une erreur, que plusieurs anatomistes, même récents, n'ont pas su éviter.

M. Jadin, par exemple, en 1901, parlant précisément de la feuille d'une Irvingie, qu'il appelle I. du Gabon, s'exprime en ces termes : « L'épiderme supérieur présente des cellules souvent pourvues d'une paroi (*sic*) transversale, qui découpe alors un hypoderme plus ou moins irrégulier » ; et plus loin, à propos de la feuille de l'I. de Barter : « Il faut noter l'existence d'un hypoderme constant bien délimité » (1). Dans ce peu de mots, il n'y a pas moins de trois erreurs superposées. D'abord, le terme « hypoderme » est très incorrect et doit être proscrit du langage anatomique. Il est employé, en effet, par abréviation pour *hypo-épiderme*, puisqu'on désigne par lui l'assise corticale la plus externe, quand elle est de quelque façon différenciée, assise qui a reçu par ailleurs le nom correct d'exoderme. D'après l'étymologie, ce mot devrait désigner tout ce qui est sous le derme, sous l'écorce, c'est-à-dire la stèle dans la tige ou la racine, la méristèle dans la feuille. Ensuite, dans le cas actuel, s'il y avait réellement un cloisonnement tangentiel, l'assise interne ne serait pas pour cela un hypoderme, mais simplement la moitié interne d'un épiderme composé. Enfin et surtout, un tel cloisonnement n'existe pas en réalité.

(1) Jadin, *loc. cit.*, p. 293 et p. 294, 1901.

Ainsi plus ou moins fortement gélifié et protégeant plus ou moins efficacement dans la même mesure l'écorce verte sous-jacente, l'épiderme supérieur est entièrement dépourvu de stomates. Pareillement constitué, mais avec moins de cellules gélifiées, l'épiderme inférieur en possède, au contraire, un grand nombre. Ils sont bordés de deux cellules annexes, parallèles aux cellules stomatiques.

Peu épaisse, mais néanmoins nettement hétérogène, palissadique en haut, lacuneuse en bas, entièrement dépourvue à la fois de cristarque périphérique et de grandes cellules à gomme, l'écorce de la lame passe librement, avec deux assises, au-dessus et au-dessous des méristèles. Celles-ci ne sont donc pas cloisonnantes; elles ont un arc fibreux péridesmique au-dessous du liber et un autre au-dessus du bois, reliés latéralement en une gaine continue; l'endoderme qui la borde est différencié, en haut et en bas, en une bande de cristarque à octaèdres, continuation du cristarque endodermique de la tige et du pétiole.

C'est sans doute la gélification des deux épidermes qui explique, par une sorte de compensation, l'absence de grandes cellules à mucilage dans l'écorce de la lame. Car sur la côte médiane, où l'écorce renferme de pareilles cellules, l'épiderme n'est pas gélifié.

Chaque large stipule, avons-nous dit (p. 261), reçoit de la stèle de la tige au nœud un assez grand nombre de petites méristèles, issues de la ramification interne des méristèles foliaires, qui s'y élèvent parallèlement dans toute sa longueur. L'épiderme externe y conserve ses parois minces, et sans gélification, mais les deux ou trois assises externes de l'écorce épaississent et lignifient leurs membranes en dedans et sur les côtés en forme d'U, sans toutefois produire de cristaux dans leurs cellules, formant ainsi une couche scléreuse protectrice, qui ne mérite pas le nom de cristarque. Cette sclérose n'a pas lieu sous l'épiderme interne, qui ne se gélifie pas non plus. Entourées chacune d'une épaisse gaine fibreuse et séparées l'une de l'autre par tout autant de grandes cellules à mucilage, les méristèles cheminent parallèlement en grand nombre de la base au sommet. On en compte plus de quarante, par exemple, dans la

stipule externe, de moins en moins grosses à mesure qu'on s'avance vers le bord, où elles sont très petites et n'ont plus entre elles de cellules à gomme ; il y en a davantage dans la stipule interne, plus large et plus enroulée. Grâce à la couche scléreuse externe et aux gaines fibreuses des méristèles, les stipules sont très rigides et protègent efficacement le bourgeon. Il est singulier qu'il s'y développe en même temps un si grand nombre et de si grandes cellules à gomme, à moins que ce mucilage ne contribue lui-même à leur rôle protecteur.

Ainsi constituée dans ses trois parties : pétiole, limbe et stipules, la feuille n'offre dans sa structure que de légères modifications suivant les espèces.

Dans le pétiole, le cristarque, plus ou moins interrompu, est souvent renforcé en dedans çà et là par des cellules semblables appartenant à la troisième assise corticale ou à une assise plus profonde (I. du Gabon, de Griffon, de Duparquet, etc.). Considérée vers la naissance du limbe, la courbe est fermée en haut sur la ligne médiane, tantôt par simple rapprochement au contact des deux bords fibreux de l'arc primitif, reployés en dedans (I. de Barter, de Griffon, veloutée, etc.), tantôt et le plus souvent par confluence du péricycle, du liber et du bois de ces deux bords (I. du Gabon, ténuifoliée, de Duparquet, etc.). Les deux faisceaux cribrovasculaires différenciés, comme il a été dit plus haut, dans l'épaisseur du péricycle de la bande supérieure de la courbe méristélique, un de chaque côté de la ligne médiane, se prolongent plus ou moins loin suivant les espèces. Dans les I. du Gabon, de Barter, de Duparquet, ténuinucléée, veloutée, brune, etc., on les retrouve non seulement au sommet du pétiole, où ils sont déjà devenus tous deux bilatéraux, mais encore dans la côte médiane du limbe, jusqu'au milieu de sa longueur et au delà. Dans l'I. ténuifoliée, on les voit encore, bien que très réduits, à la naissance du limbe, mais ils s'arrêtent bientôt dans la côte médiane. Dans les I. de Griffon, pauciflore, etc., ils ont déjà pris fin au sommet du pétiole, où la structure est de tout point normale, mais on les retrouve à la base et vers le milieu.

Dans le limbe, tantôt les deux épidermes sont fortement gélifiés tous les deux, quoique inégalement, toujours moins en

bas qu'en haut (I. de Barter, ténuifoliée, du Gabon, velouté, etc.). Tantôt l'épiderme inférieur n'est gélifié que çà et là dans des cellules isolées (I. de Griffon, de Duparquet, etc.). L'écorce a ses cellules palissadiques tantôt disjointes, séparées par des méats (I. veloutée, du Gabon, etc.), tantôt serrées côte à côte sans méats (I. de Griffon, de Duparquet, etc.). Dans l'I. brune, l'écorce est aussi palissadique en bas, quoique moins fortement qu'en haut, ce qui n'empêche pas les stomates d'être localisés sur la face inférieure. De plus, les deux épidermes ont ici leurs parois latérales planes et non ondulées.

M. Jadin affirme que, dans la feuille de l'I. de Barter, « l'épiderme inférieur a une tendance à prolonger ses cellules en papilles » et que l'écorce y renferme « de véritables sclérites courant généralement parallèlement aux faces de la feuille, mais souvent plus ou moins ramifiées » (1). Pas plus que dans les autres, je n'ai observé, dans cette espèce, ni ces papilles, ni ces sclérites.

5. *Structure de la racine.* — Sur une plantule d'I. veloutée, j'ai pu étudier la structure de la racine terminale et de ses radicelles. Devant y revenir plus loin, je me bornerai à dire ici que cette structure, tant primaire que secondaire, est normale. L'écorce éphémère et la moelle, qui est large et persistante, y sont également dépourvues de ces grandes cellules à mucilage, si abondantes dans la tige et dans la feuille.

6. *Organisation florale.* — Toujours axillaire d'une feuille, l'inflorescence est toujours aussi une grappe composée, à pédicelles rapprochés côte à côte et groupés en ombellules au sommet des branches et des rameaux. D'ordinaire, le pédoncule produit d'abord à sa base même, à l'aisselle des deux écailles latérales opposées du bourgeon primitif dont il a été question plus haut (p. 250), deux branches inégales, qui le rendent trifurqué ; l'une d'elles peut avorter. Puis, à de longs intervalles, il produit en superposition avec les premières, à l'aisselle de bractées caduques, une ou deux branches de plus en plus

1) *Loc. cit.*, p. 294, 1901.

courtes. Enfin il porte côte à côte sur son extrémité renflée un certain nombre de pédicelles, formant une ombellule. Toutes les branches se terminent de même par une ombellule. Les deux inférieures et souvent aussi la suivante, produisent d'abord sur leur flanc une ou deux courtes branches de second ordre, terminées de même; les supérieures, très courtes, ne se ramifient pas; la dernière se réduit à un petit moignon, de sorte que son ombellule est sessile. L'ensemble ainsi constitué est donc une grappe lâche et divariquée, composée à deux degrés à la base, à un seul degré au milieu, simple au sommet, où les pédicelles, qu'ils soient de troisième, de second ou de premier ordre, sont groupés en ombellules. Une telle inflorescence peut être dite une panicule sessile.

Baillon a laissé subsister quelque obscurité sur ce point. « Le véritable caractère de l'inflorescence nous échappe, dit-il. Elle forme probablement une grappe, simple ou peu rameuse, de cymes pauciflores » (1). Par ce qui précède, on voit qu'il n'entre pas de cymes dans sa constitution.

Dans quelques espèces, l'inflorescence subit une modification qui peut servir à les caractériser, comme il a été dit plus haut en quelques mots (p. 253). Dans les I. de Duparquet et veloutée, par exemple, elle se simplifie par avortement des branches inférieures. Dans l'I. du Gabon, ce qui est ordinairement le pédoncule devient souvent un rameau feuillé portant à sa base, à l'aisselle des deux écailles du bourgeon primitif, deux grappes qui sont les homologues des deux branches inférieures de l'inflorescence trifurquée ordinaire.

Le pédoncule floral et ses branches de premier ordre ont essentiellement, avec des parties plus réduites, la même structure que la tige. L'écorce, notamment, renferme dans sa zone interne un cercle de grandes cellules à mucilage, dont on trouve aussi quelques-unes, mais rares, dans la moelle. Mais le cristarque externe fait presque entièrement défaut; par contre, le cristarque endodermique est bien développé. Au-dessous de lui, les cannelures de la stèle ont chacune un faisceau de fibres péricycliques faiblement lignifiées. Le pédicelle floral a aussi

(1) *Loc. cit.*, p. 86, 1867.

un cercle de cellules à mucilage dans l'écorce, sans en avoir dans la moelle; mais il n'a plus trace de cristarque, ni externe, ni endodermique; le péricycle y est aussi dénué de fibres.

Toujours dépourvu de bractées propres, le pédicelle se termine par une fleur bisexuée, actinomorphe, pentamère à pistil dimère (1). Le calice à cinq sépales courts, égaux, concrescents à la base, ce qui le rend faiblement gamosépale, à préfloraison quinconciale, réfléchis après l'épanouissement et persistants. La corolle a cinq pétales alternes, plus longs que les sépales, jaunâtres, égaux, entièrement libres, se recouvrant dans le bouton en préfloraison cochléaire, étalés après l'épanouissement et caducs.

Baillon, qui n'a pas pu déterminer la préfloraison du calice, dit imbriquée celle de la corolle (2). M. J. Hooker avait attribué la préfloraison imbriquée à la fois au calice et à la corolle (3), et M. Engler a fait de même plus récemment (4). Il y a là une erreur. La préfloraison du calice est quinconciale; celle de la corolle l'est aussi au début et le demeure à la base, au voisinage de l'insertion. Plus tard et plus haut seulement, le second pétale du cycle, d'externe devient interne, de recouvrant recouvert, ce qui rend cochléaire la préfloraison. Sépales et pétales renferment d'ailleurs dans leur écorce de grandes cellules à mucilage.

L'androcée a dix étamines libres, en deux verticilles alternes, l'externe épisépale, l'interne épipétale; en un mot, il est directement diplostémone. Les filets, longs et grêles, les épipétales un peu plus courts que les autres, sont reployés dans le bouton et demeurent tortillés dans la fleur épanouie; les anthères, très courtes, insérées sur l'extrémité pointue du filet près de la base de la face dorsale, oscillantes par conséquent, ont quatre sacs

(1) En décrivant la fleur de l'I. du Gabon, d'après les échantillons fleuris récoltés par le P. Duparquet et par Griffon du Bellay, comme il a été dit plus haut (p. 255), Baillon l'a dite « normalement tétramère » (*loc. cit.*, p. 83). Je l'ai étudiée à mon tour sur ces mêmes échantillons, représentant, comme on sait, trois espèces distinctes entre elles et de l'I. du Gabon, et je l'ai trouvée normalement pentamère, comme dans toutes les autres espèces du genre.

(2) Baillon, *loc. cit.*, p. 83, 1867.

(3) J. Hooker, *loc. cit.*, p. 167, 1860.

(4) Engler, *loc. cit.*, p. 228, 1896.

polliniques s'ouvrant en long. Le pollen est formé de grains libres à trois pores, ce qui les rend triangulaires.

Entre l'androcée et le pistil, le réceptacle laisse un entre-nœud, ou gynophore, dont l'écorce, plus ou moins renflée suivant les espèces, mais toujours dépourvue de grandes cellules à mucilage, est formée de petites cellules saccharifères et recouverte par un épiderme à cellules faiblement prismatiques, mais non prolongées en papilles. Dans cet anneau nectarifère, jaune à l'état frais, les filets staminaux sont enchâssés dans le bouton ; il est marqué, par conséquent, de dix sillons séparés par autant de cannelures. Bien qu'il ne se relève pas ici en coupe autour de la base de l'ovaire, on peut, avec tous les auteurs précédents, considérer ce bourrelet comme un disque, mais il faut convenir que c'est un disque rudimentaire (1).

Porté par ce gynophore nectarifère, le pistil se compose de deux carpelles antéro-postérieurs, fermés et concrescents dans toute leur longueur en un ovaire biloculaire ovoïde, surmonté d'un style unique, filiforme, plus long que lui, terminé par un stigmate entier, à peine renflé. Dans sa paroi externe et dans chaque côté de la cloison, l'ovaire a de grandes cellules à mucilage, disposées sur un seul cercle. Chaque loge renferme, attaché au sommet de la cloison, un seul ovule qui la remplit complètement, anatrope, pendant à raphé interne, hyponaste, par conséquent. Cet ovule a un nucelle persistant jusqu'après la formation de l'œuf, recouvert de deux téguments. L'externe n'a que trois assises du côté opposé au raphé ; l'interne a quatre assises de cellules plus petites. L'endostome, où le nucelle enfonce son cône terminal aminci, reste au-dessous de l'exostome. En un mot, l'ovule est perpariété, bitegminé, dipore.

Au-dessus de l'exostome, le funicule porte une protubérance qui recouvre d'abord l'exostome, puis développe sur sa face inférieure une petite excroissance conique, qui s'enfonce pro-

(1) M. Engler a figuré, il est vrai, dans une Irvingie qu'il nomme I. du Gabon, un disque cupuliforme très développé, tel qu'il n'en existe ni chez cette espèce ni chez aucune Irvingie (*loc. cit.*, p. 227, fig. 132, E et F). Il doit y avoir eu confusion avec une espèce d'Irvingelle, genre dans lequel, comme on le verra plus loin, on observe en effet un pareil disque. L'inflorescence représentée dans la même figure étant terminale, à pédicelles espacés en grappe, n'est pas non plus d'une Irvingie, mais bien plutôt d'une Irvingelle.

gressivement dans l'exostome et dans l'endostome au-devant du sommet aminci du nucelle. Sans quitter le tissu où il s'allonge en parasite, le tube pollinique peut pénétrer ainsi directement dans le nucelle. Cette disposition, déjà signalée par Baillon (1), rappelle celle qui est bien connue chez diverses Euphorbiacées, où la protubérance en question a reçu le nom d'*obturateur*.

La cloison de l'ovaire a, dans son milieu, deux groupes de méristèles inverses, à liber interne et bois externe ; la médiane de chaque groupe se sépare au sommet pour entrer et descendre dans l'ovule correspondant.

La composition de la fleur ainsi conformée peut être exprimée par la formule : $F = (5S) + 5P + 5E + 5E' + (2C)$.

Dans cette fleur, c'est peut-être le gynophore nectarifère qui se modifie le plus suivant les espèces. Très peu renflé, par exemple, dans les I. veloutée et du Gabon, au point de n'y pas mériter vraiment le nom de disque, il se développe, au contraire, en un large bourrelet en plateau dans l'I. noueuse. Le calice a ses sépales tantôt étroits (I. de Hooker, dressée, etc.), tantôt larges (I. du Gabon, veloutée, etc.). La corolle, ordinairement jaune, est parfois blanche ou rosée. Le style est quelquefois plus long que d'ordinaire et alors fréquemment tortillé (I. du Gabon, dressée, etc.).

7. *Fruit et graine.* — Dans l'inflorescence, les pistils de toutes les fleurs commencent d'abord par se développer en autant de jeunes fruits, le plus souvent bleuâtres, à la base desquels le calice, ordinairement réfléchi vers le bas, rarement relevé (I. dressée), persiste longtemps sans s'accroître au-dessous du gynophore. Mais de tous ces fruits, un seul, situé vers la base, parvient en définitive à maturité ; tous les autres cessent de croître, se détachent et tombent avec leurs pédicelles. Le fruit mûr est donc solitaire, attaché à la branche à l'aisselle d'une feuille par un pédicelle simple, qui, dans l'I. du Gabon, mesure 2 à 3 centimètres de long sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Ce fruit est une drupe à un seul noyau.

(1) *Loc. cit.*, p. 84, 1867.

Le péricarpe est formé de trois couches. Sous l'épiderme lignifié, l'externe, ou exocarpe, assez mince, est composée de petites cellules toutes semblables, à parois minces et cellulosiques ; elle contient les méristèles carpellaires dans son bord interne. La moyenne, ou mésocarpe, plus épaisse, renferme de très nombreuses et très grandes cellules à mucilage disséminées dans toute son épaisseur; en outre, elle est traversée par des filets rayonnants et rigides, qui sont de deux sortes. Les uns, composés d'un faisceau libéroligneux entouré d'une gaine fibreuse péridesmique, sont des branches internes des méristèles carpellaires, qui s'unissent en dedans au noyau par leurs extrémités fibreuses. Les autres sont de simples faisceaux de longues cellules seléreuses émanés de la surface du noyau, qui en est toute hérissée, et se terminant librement vers la périphérie au-dessous de l'exocarpe. Ensemble ces deux couches constituent la pulpe du fruit, pourvue, comme on voit, outre l'appareil sécréteur gommifère, d'un appareil mécanique double, comprenant à la fois des filets de soutien centrifuges et des filets de transport centripètes.

La couche interne, ou endocarpe, se sclérifie tout entière et forme un noyau, ordinairement très épais et très dur, jaune jaspé de blanc, autour de l'ensemble des deux loges de l'ovaire, dont la cloison ne durcit pas ; le noyau est donc typiquement biloculaire et aplati. Mais l'une des loges s'y développe seule d'ordinaire avec l'ovule qu'elle renferme, l'autre avortant et se réduisant à une petite fente dans le côté correspondant. Les longues cellules à paroi très épaisse et fortement lignifiée qui composent le noyau y sont groupées en deux sortes de faisceaux étroitement enchevêtrés, les uns parallèles, les autres perpendiculaires à la surface. Sur la section transversale les premiers sont coupés en travers et jaunes, les seconds en long et blancs : d'où la jaspure signalée plus haut. Ce sont les derniers qui se prolongent en rayonnant dans l'épais mésocarpe, jusqu'à la limite de l'endocarpe.

La graine unique, qui remplit complètement le noyau et qui est aplatie comme lui dans le plan médian, se compose d'un tégument et d'un embryon, sans trace d'albumen.

Le tégument, dont la surface externe est luisante et jaune

brun, se compose, entre les deux épidermes, d'une couche épaisse et homogène, formée de cellules arrondies, séparées par des méats et à peine adhérentes, ou même tout à fait dissociées et pulvérulentes, dont la membrane est remarquablement épaissie et lignifiée, en forme de spirale ou de réseau. Au milieu de son épaisseur, elle renferme de grosses méristèles provenant de la ramification pennée de la large méristèle du raphé, transversales et parallèles, çà et là ramifiées. Cette abondante nervation pennée accuse très nettement le plan de symétrie du tégument.

L'embryon qu'il renferme est droit, à larges et épaisses cotyles plan-convexes, auriculées à la base, disposées de part et d'autre de ce plan de symétrie, qui est aussi le plan médian de la fleur. En un mot, il est accombant au raphé. Il est oléagineux et aleurique, sans trace d'amidon. Mais ses cotyles renferment dans leur écorce un très grand nombre de grandes cellules à gomme, visibles à l'œil nu sur la tranche comme autant de points blancs.

Cette gomme abondante contribue certainement avec la matière grasse à donner à l'embryon ses qualités nutritives bien connues. On en prépare, comme on sait, non seulement le *pain de Dika* ou d'*Odika*, mais encore une graisse, le *beurre de Dika*, et une sorte de cacao, avec laquelle on fait le *chocolat des pauvres* ou *chocolat Pahouin*. La pulpe de la drupe elle-même, malgré son peu d'épaisseur et les filets rigides qui la traversent, malgré sa forte saveur de térébenthine, est mangée par les indigènes. Pour ces divers usages, ceux-ci utilisent indifféremment, semble-t-il, toutes les espèces d'Irvingie, qui portent collectivement le nom de *Oba*.

Suivant les espèces, pour autant qu'il y est connu, le fruit varie pourtant de forme, de dimension et de structure.

Aplati et mesurant seulement 22 à 25 millimètres de long sur 15 à 17 millimètres de large dans l'I. de Barter et dans l'I. ténuifoliée, 35 millimètres de long sur 25 millimètres de large dans l'I. de Griffon, il est ovoïde et atteint 6 à 7 centimètres de long sur 4 centimètres de large dans l'I. du Gabon. Celui de l'I. veloutée, notablement aplati, est large à la base, progressivement atténué en pointe au sommet, comme trian-

gulaire, et mesure 6^{cm},5 de long sur 4^{cm},5 de large et 3 centimètres d'épaisseur ; son noyau, blanchâtre, relativement mince, léger et tendre, est hérissé de fibrilles serrées, courtes et molles, qui donnent à sa surface un aspect velouté : d'où le nom spécifique. Celui de l'I. ténuinucléée, presque sphérique, mesure environ 5 centimètres de diamètre et son noyau, très mou aussi, est très mince, mesurant à peine 1 millimètre d'épaisseur : d'où le nom donné à l'espèce. Dans l'I. platycarpe, dont on ne connaît encore que le fruit, la drupe est orbiculaire et plate mesurant 8 centimètres sur 7, avec 2^{cm},5 d'épaisseur ; le noyau, hérissé de filets très raides, est très épais et d'une dureté extrême.

La graine aussi varie de dimension. Mesurant seulement 10 millimètres de long sur 5 de large dans l'I. de Barter, elle atteint 40 millimètres de long sur 22 de large et 10 millimètres d'épaisseur dans l'I. du Gabon, 40 millimètres de long sur 28 de large, et seulement 6 millimètres d'épaisseur dans l'I. platycarpe.

8. *Germination et structure de la plantule.* — M. Jolly a récolté, en avril 1891, aux environs de Libreville, au Gabon (n° 157), deux plantules d'Irvingie issues de germination et déjà assez développées, que la forme, la dimension et la structure des fruits qui les accompagnent, jointes à la forme et à la dimension des feuilles, m'ont permis d'identifier avec l'I. veloutée.

La racine terminale, longue de 18 à 20 centimètres, porte dans sa région supérieure, voisine du collet, de nombreuses rangées de radicelles. L'hypocotyle mesure 5 centimètres dans une des plantules, 7 centimètres dans l'autre. Les deux cotyles, nettement épigées, sont tombées ; l'une des plantules a déjà formé à leur aisselle deux branches feuillées. Le premier entre-nœud épicotylé mesure, sur l'une des plantules 12 centimètres, sur l'autre 19 centimètres de longueur, et se termine par une paire de feuilles opposées, portant à leur aisselle chacune un rameau feuillé dans la plantule la plus avancée. Il est surmonté dans cette plantule par quatre, dans l'autre seulement par trois entre-nœuds, portant chacun une feuille isolée, avec ses deux stipules caractéristiques. Les feuilles, à limbe atténué progres-

sivement à la base et brusquement au sommet en une longue pointe, sont grandes et mesurent jusqu'à 14 et 17 centimètres de long sur 6 centimètres de large. La longueur totale de la plantule est de 50 centimètres pour l'une, de 44 centimètres pour l'autre.

Considérée à un centimètre au-dessous du collet, la racine terminale a déjà perdu son écorce, exfoliée par le périderme, qui a pris naissance à la périphérie du péricycle, comme à l'ordinaire. Sous le phelloderme, le reste du péricycle a épaissi et lignifié fortement ses cellules en forme d'U, de manière à entourer d'un anneau scléreux continu le liber, primaire et secondaire, qui est tout entier mou et renferme des octaèdres d'oxalate de calcium. Le bois secondaire, déjà très développé, à rayons unisériés, contient, mêlé aux fibres dans les compartiments, beaucoup de parenchyme ligneux ; ce parenchyme y prédomine même sur les fibres. Il entoure une très large moelle homogène, à membranes médiocrement épaissies, mais fortement lignifiées, entièrement dépourvue de cellules à mucilage. A la périphérie de cette moelle, on a quelque peine à distinguer, à cause de sa lignification, les faisceaux ligneux primitifs. Ils sont nombreux; on en compte jusqu'à vingt à ce niveau, ce qui explique le grand nombre des séries de radicelles dans cette région.

La même structure se retrouve, mais amoindrie, si l'on étudie la racine terminale plus bas, par exemple à 15 centimètres du collet. La moelle y est seulement moins large et n'offre à sa périphérie que 10 à 12 faisceaux ligneux primaires.

L'étude des radicelles, où la structure primaire subsiste encore, permet de retrouver l'écorce avec sa structure normale, et de s'assurer qu'elle ne renferme pas de cellules à mucilage. On y assiste à la formation du périderme dans l'assise externe du péricycle. La sclérose en U des assises internes du péricycle n'a pas encore commencé. Le pachyte y est aussi à ses débuts. La moelle, dont les membranes sont déjà fortement épaissies et lignifiées, est dépourvue de cellules à mucilage. A sa périphérie, on distingue cinq faisceaux ligneux primaires, aux intervalles desquels correspondent, en dehors du pachyte, cinq arcs libériens primaires écrasés.

En résumé, la racine des Irvingies est remarquable d'un côté par l'absence de ces cellules à mucilage, qui abondent dans la tige et dans la feuille, et qui existent déjà dans les cotyles de l'embryon, de l'autre par le grand diamètre de la stèle, le grand nombre de faisceaux ligneux et libériens qui alternent à sa périphérie et l'anneau scléreux péricyclique qui l'entoure.

Dans l'hypocotyle, considéré à un centimètre au-dessus du collet, sous un épiderme glabre et très faiblement cutinisé, l'écorce épaisse, dépourvue de toute trace de cristarque périphérique, mais renfermant déjà çà et là dans sa zone moyenne quelques grandes cellules à mucilage, se trouve de bonne heure exfoliée par un périderme développé, comme dans la racine, aux dépens de l'assise externe du péricycle, ce qui explique qu'il ne s'y différencie pas de cristarque.

La stèle est très large et possède, autour d'une moelle volumineuse, un grand nombre de faisceaux libéroligneux, vingt-quatre environ, dont le bois primaire est nettement centrifuge. Les faisceaux ligneux centripètes du pivot ont disparu. On voit par là que, dès sa base, l'hypocotyle prend ici la structure caractéristique de la tige. C'est vraiment une tige hypocotylée et non pas, comme chez tant d'autres plantes, une rhizelle allongée vers le haut, douée, comme il convient alors, d'une structure de racine. En dehors de chaque faisceau libéroligneux, le péricycle se différencie, à partir de sa seconde assise, la première ayant produit le périderme, en un large arc fibreux, appliqué contre le phelloderme. Plus tard, ces arcs se réunissent bord à bord par la sclérose en U des arcs intermédiaires, demeurés d'abord à l'état de parenchyme, et il se fait de la sorte un anneau fibro-scléreux continu. Le liber et le bois secondaires, déjà bien développés, sont normaux. La large moelle lignifie ses membranes dans sa zone périphérique et les conserve cellulosiques dans sa région centrale, où elle renferme de nombreuses et très grandes cellules à mucilage ; il y en a aussi quelques-unes dans la zone lignifiée périphérique.

L'étude du premier entre-nœud épicotylé et des entre-nœuds suivants montre que la tige prend, à partir des cotyles, tous les caractères que nous lui connaissons à l'état adulte. L'écorce, notamment, est désormais persistante, différencie sa seconde

assise en un cristarque à octaèdres et produit le périderme dans son exoderme. L'étude des feuilles de la plantule, encore opposées au second nœud, isolées distiques aux nœuds suivants, montre aussi qu'elles prennent dès le début, avec leurs stipules caractéristiques, la dimension, la forme et la structure que nous avons observées dans les feuilles de la plante adulte. On est ramené ainsi au point de départ.

2. GENRE **IRVINGELLE**.

Défini sommairement comme il a été dit plus haut (p. 248), c'est-à-dire comprenant toutes les Irvingiacées à pistil dimère et fruit drupacé qui ont l'inflorescence terminale et la graine albuminée, le genre Irvingelle (*Irvingella* v. T.) offre un très grand intérêt au point de vue de la géographie botanique. Il compte, en effet, deux sortes d'espèces tropicales, croissant les unes en Afrique occidentale, les autres en Indo-Chine et en Malaisie, sans représentant actuellement connu dans aucune des nombreuses régions intermédiaires.

1. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Il ne renfermait jusqu'à présent que trois espèces, décrites comme Irvingies, savoir : l'I. de Smith (*I. Smithii* Hook. fil.), du Congo et du Niger, publié en 1860 par l'auteur du genre, M. J. Hooker (1), l'I. malaise (*I. malayana* Oliver), de Malacca, publiée en 1875 par M. Bennett (2), et l'I. d'Oliver (*I. Oliveri* Pierre), de la Cochinchine, publiée en 1892 par M. Pierre (3). Ce seront respectivement l'Irvingelle de Smith (*Irvingella Smithii* (Hook. fil.) v. T.), l'Irvingelle malaise (*Irvingella malayana* (Oliver) v. T.) et l'Irvingelle d'Oliver (*Irvingella Oliveri* (Pierre) v. T.). Je puis ici en ajouter sept autres, six de l'Afrique occidentale, une de l'Indo-Chine.

M. Spire a récolté au Gabon, près d'Azombé, en avril 1899 (n° 144), un rameau feuillé, sans fleurs ni fruits, d'un arbre de 35 mètres, reconnaissable aussitôt à ses stipules pour une Irvingiacée et que sa structure caractérise comme Irvingelle. Ce

(1) J. Hooker, *loc. cit.*, p. 167, 1860.
(2) Bennett, *Flora of Brit. India*, I, p. 522, 1875.
(3) Pierre, *Flore forestière de la Cochinchine*, pl. CCLXIII, 1892.

sera l'I. de Spire (*I. Spirei* v. T.). La tige est noirâtre et côtelée. Les feuilles ont un limbe luisant en haut, terne en bas, atténué à la base, prolongé brusquement en pointe au sommet, à réseau de nervures saillant sur les deux faces, et mesurant 18 centimètres de long sur 7^{cm},5 de large. On verra plus loin pourquoi le mat de la surface inférieure du limbe, qui est finement chagrinée, suffit à distinguer une Irvingelle d'une Irvingie. Par la forme, la couleur et la dimension des feuilles, ainsi que par la couleur des rameaux, cette espèce diffère beaucoup de l'I. de Smith.

Thollon a récolté en mars 1888, au bord de l'Alima, au Congo français, des rameaux fleuris (n° 939) d'un arbre de ce genre, qui diffère nettement de l'I. de Smith par ses entre-nœuds longs et noirs, par ses feuilles sombres, à nervures noirâtres et plus petites, ne mesurant que 7^{cm},5 sur 3^{cm},5, et par son inflorescence moins longue que les feuilles, à branches noires, courtes et pauciflores. Ce sera l'I. de Thollon (*I. Tholloni* v. T.).

M Chevalier a rapporté du Chari, à Krébedgé (Fort-Sibut), en octobre 1902, des rameaux sans fleurs (n° 5731) d'un arbre à fruits rouges, croissant au bord des rivières et mesurant 20 mètres de hauteur sur 1^{m},50 de diamètre. C'est une Irvingelle, qui diffère à la fois de l'I. de Smith par la couleur sombre de ses feuilles et de l'I. de Thollon par leurs nervures blanchâtres et par la plus grande dimension du limbe, qui mesure jusqu'à 13 centimètres de long sur 6 centimètres de large. Ce sera, à cause de la couleur des fruits, ordinairement jaunes dans ces plantes, l'I. rouge (*I. rubra* v. T.).

Les rameaux sans fleurs, ni fruits, cueillis par le même botaniste en décembre 1902 dans la même région, aux bords du Bahr Tété (n° 7023), sur un grand arbre dont le tronc avait 2 mètres de diamètre, me paraissent encore une espèce différente ; les feuilles, plus coriaces et moins sombres que dans les deux précédentes, y sont plus foncées que dans l'I. de Smith, où elles sont, comme on sait, d'un vert pâle et jaune caractéristique. Ce sera l'I. de Chevalier (*I. Chevalieri* v. T.).

Le P. Klaine a ramassé dans la forêt, aux environs de Libreville au Gabon, en 1895, des fruits (n° 151) d'un arbre dont le feuillage et les fleurs sont jusqu'ici inconnus, mais qui ressem-

blent par leur forme et leur structure à ceux des Irvingies, avec cette différence importante que la graine y est albuminée comme dans les Irvingelles. Au dos des cotyles, la couche d'albumen est épaisse et verdâtre; sur leurs bords, elle est très mince et paraît manquer. La drupe est étroite et longue, mesurant 5^{cm},5 de longueur, sur 3 centimètres de largeur et 2^{cm},5 d'épaisseur. Le noyau est très dur et très épais mesurant 6 millimètres, l'épaisseur totale du péricarpe à l'état sec n'étant que de 7 millimètres. Ce fruit diffère nettement de celui de l'I. de Smith, qui est beaucoup plus petit, mesurant seulement 3 centimètres de long sur 1^{cm},5 de large et 1 centimètre d'épaisseur. Il caractérise probablement une espèce nouvelle, que je nommerai Irvingelle de Klaine (*I. Klainei* v. T.).

Au cours de sa mission en Guinée française, M. Maclaud a trouvé, en juin 1899, les fruits (n° 184) d'un très grand arbre nommé *Bòto* par les indigènes, dont les graines mucilagineuses « servent à donner du liant au pot-au-feu ». C'est encore une Irvingelle. Sous son tégument jaune et brillant, la graine, qui est concave au milieu, renferme, en effet, appliquées contre les faces dorsales et concaves de ses deux épaisses cotyles, deux plaques d'albumen, qui vont s'amincissant sur les bords, où elles manquent tout à fait. La graine mesure 36^{mm} de long sur 28^{mm} de large et 10^{mm} dans sa plus grande épaisseur, c'est-à-dire au bord. Quant au fruit, son noyau plat, ovale, un peu triangulaire, hérissé de filets durs, mesure 52^{mm} de long sur 45^{mm} de large et 22^{mm} d'épaisseur. Par ce fruit, qui diffère à la fois de celui de l'I. de Smith et de celui de l'I. de Klaine, la plante se montre une espèce probablement distincte, que je nommerai I. Boto (*I. Boto* v. T.).

Ces additions portent à sept le nombre des Irvingelles actuellement connues en Afrique occidentale. La plus répandue paraît être la première décrite, c'est-à-dire l'I. de Smith. Découverte à Nupé, au Niger, en 1858, par Barter (n° 1319), elle a été retrouvée depuis, notamment au Congo belge, d'abord par Laurent à Mayombé en 1893, puis par Dewèvre (n° 447) à Lukungu en 1895 (1), et au Congo français, d'abord par

(1) De Wildeman et Durand, *Reliquiæ Dewevreanæ*, p. 35, 1900.

M. Dybowski (nº 675) aux bords de la Kemo en 1892, puis par la mission Foureau à Tinnda aux bords du Gribingui (nº 3022) en 1900, enfin par M. Chevalier au territoire du Chari, région de Ndellé, en 1902 (nº 7422) et 1903 (nº 7813).

M. Harmand a découvert en 1877 au Cambodge, province de Compong Xoai, deux échantillons dont un avec fruits (nº 653) d'une Irvingiacée que M. Pierre a d'abord distinguée spécifiquement sous le nom de *Irvingia Harmandiana* (1), mais que plus tard il a identifiée avec l'*I. malayana* d'Oliver (2). A tort, semble-t-il, car si les feuilles se ressemblent par leur forme et leurs dimensions, elles diffèrent nettement par leur structure, comme il sera dit plus loin ; les fruits aussi sont plus petits. Ce sera donc désormais l'Irvingelle de Harmand (*Irvingella Harmandiana* (Pierre) v. T.).

M. Pierre dit avoir vu au Musée de Leyde une autre Irvingiacée, sans fructifications, provenant de Bornéo, qui, d'après lui, est peut-être l'I. malaise, peut-être aussi une espèce nouvelle.

C'est à ces dix espèces, sept de l'Afrique occidentale et trois de l'Indo-Chine et de la Malaisie, que se réduit pour le moment le genre Irvingelle. J'ai pu les étudier toutes sur les échantillons originaux.

2. *Conformation externe.* — Toutes sont de grands et beaux arbres ; l'I. d'Oliver notamment, dont la hauteur dépasse trente mètres, est un des plus beaux arbres forestiers de la Basse-Cochinchine et le tronc de l'I. de Chevalier, qui croît au Chari, mesure plus de deux mètres de diamètre. Les rameaux sont côtelés et marqués à chaque nœud d'une cicatrice annulaire. Les feuilles sont caduques, isolées distiques, simples, avec des stipules libres, pareilles à celle des Irvingies et qui peuvent atteindre 35 millimètres de long (I. de Smith, rouge) ; d'où les cicatrices annulaires (3). Elles sont pétiolées, à pétiole creusé en gouttière en haut, à limbe ovale, tantôt atténué (I. d'Oliver,

(1) Dans Lanessan, *Plantes utiles des colonies françaises*, p. 306, 1886.

(2) Pierre, *Flore forestière de Cochinchine*, pl. CCLXIII, 1892.

(3) M. Vignoli affirme qu'autour du bourgeon terminal les stipules de l'I. d'Oliver sont « soudées, comme chez les Artocarpées, en un cornet fendu du côté de la feuille » (*Loc. cit.*, p. 27, 1886). Il y a là une erreur.

de Spire), tantôt arrondi et comme auriculé à la base (I. de Smith, malaise, de Harmand) dont les deux moitiés sont légèrement inégales, toujours atténué en pointe au sommet, à bord entier, penninerve à réseau de nervures saillant sur les deux faces, surtout en haut. Celles-ci ont un aspect très différent : la supérieure est lisse et luisante, l'inférieure mate et terne, comme chagrinée. Cette différence, qui s'expliquera tout à l'heure par la structure des deux épidermes, permet déjà de distinguer à coup sûr, même sur un petit fragment de feuille, une Irvingelle d'une Irvingie.

3. *Structure de la tige.* — La structure de la tige est pareille à celle des Irvingies. Sous un épiderme glabre à petites cellules peu cutinisées, même écorce mince à cristarque octaédrique, différencié dans la seconde assise, à grandes cellules à mucilage dans la zone moyenne, à cristarque octaédrique dans l'endoderme ; même stèle à anneau fibro-scléreux péricyclique, où les arcs scléreux reliant les arcs fibreux ont leurs cellules épaissies en U, à liber secondaire tout entier mou, à bois normal, avec rayons unisériés et parenchyme ligneux dans les compartiments, à moelle lignifiée à la périphérie, cellulosique dans la région centrale, où elle renferme de grandes cellules à mucilage. Même périderme aussi, formé dans l'exoderme, et dont le phelloderme se réduit longtemps à une seule assise.

Elle subit aussi des modifications analogues suivant les espèces. Le cristarque externe y est parfois renforcé çà et là en dedans par des cellules appartenant à la troisième assise ou à des assises plus profondes (I. de Smith, de Spire) ; dans l'I. de Thollon, ses cellules sont dépourvues de cristaux. Ailleurs, au contraire, il est très réduit, représenté seulement par de rares cellules isolées (I. malaise, de Harmand, d'Oliver). De là, une différence remarquable entre les espèces africaines et les asiatiques. Le liber secondaire a quelquefois des paquets de fibres très espacées, disposées en un seul rang dans sa zone externe (I. de Smith) ou dans sa zone interne (I. d'Oliver). Dans les espèces africaines, où le cristarque externe est très développé, le liège conserve ses parois minces, au moins pendant longtemps ; dans les asiatiques, où le cristarque externe est rudimentaire, il

épaissit, au contraire, et lignifie de bonne heure la face interne de ses cellules. A défaut d'une cuirasse primaire, la protection de l'écorce est donc assurée ici par une cuirasse secondaire.

4. *Structure de la feuille.* — La feuille prend à la tige, dans l'I. de Smith, par exemple, jusqu'à 11 méristèles qui se séparent de la stèle sur tout son pourtour au nœud même. La médiane, beaucoup plus large, a trois faisceaux libéroligneux côte à côte, les autres un seul. Elle entre d'abord dans le pétiole, suivie bientôt par les deux latérales voisines et de proche en proche par les autres, qui en contournant la stèle se divisent et laissent en place côte à côte de nombreuses petites branches, qui s'élèvent verticalement dans les deux stipules. Coupées transversalement dans le bourgeon terminal qu'elles enveloppent d'un étui conique, celles-ci renferment donc un grand nombre de méristèles parallèles, entourées chacune d'une gaine fibreuse péridesmique et séparées par autant de très grandes cellules à mucilage. On en compte, par exemple, 37 dans la stipule externe et 51 dans la stipule interne, plus large et plus enroulée, diminuant progressivement de grosseur vers les bords.

Le pétiole offre aussi la même structure que dans les Irvingies. Sous un épiderme glabre, en effet, l'écorce a un cristarque octaédrique externe dans sa seconde assise, de grandes cellules à mucilage dans sa zone moyenne, un cristarque octaédrique interne dans son endoderme et les méristèles y sont réunies en une courbe fermée convexe en bas, plane en haut, entourée d'un anneau fibro-scléreux péricyclique et enveloppant une moelle à zone externe lignifiée, à région centrale cellulosique avec de grandes cellules à mucilage, pouvant se réduire à une seule très large au centre. Ici aussi, sur la face supérieure plane de la courbe fermée, au-dessous de la bande fibreuse péricyclique, se trouve, de chaque côté de la ligne médiane, un faisceau cribrovasculaire, d'abord annulaire plus développé en bas qu'en haut, puis bilatéral par cessation de la moitié supérieure et tournant sa région vasculaire en haut, sa région criblée en bas, inversement orienté, par conséquent, par rapport au faisceau libéroligneux sous-jacent. La plage criblée de ce faisceau est séparée du liber du faisceau sous-jacent par

une couche de parenchyme où se différencient quelques fibres et qui appartient encore au péricycle. C'est donc bien dans l'épaisseur du péricycle que se trouvent nichés les deux faisceaux surnuméraires. En un mot, on retrouve ici, plus accusée encore, la remarquable anomalie décrite plus haut chez les Irvingies (p. 262).

Conformé de la sorte, le pétiole subit quelques modifications suivant les espèces. Ainsi le cristarque externe, très développé et presque continu dans les I. de Smith, de Thollon et de Spire, est rudimentaire et réduit à quelques cellules isolées dans les I. malaise, d'Oliver et de Harmand. On retrouve ici, entre les espèces d'Afrique et celles d'Asie, la différence déjà signalée dans la tige. Considérée au sommet du pétiole, à la naissance du limbe, la courbe méristélique, fermée en haut; partout ailleurs, par la fusion du péricycle, du liber et du bois des méristèles, y demeure ouverte, avec simple rapprochement des bords reployés de l'arc, dans l'I. de Harmand. Bien développés dans les I. de Smith et de Thollon, les deux faisceaux cribrovasculaires inverses du péricycle de la bande supérieure sont moins grands dans les I. de Spire, d'Oliver et de Harmand. Dans l'I. de Chevalier, il y en a 2 ou 3; dans l'I. malaise, on en compte 5 ou 6 plus petits de chaque côté de la ligne médiane; en tout 10 ou 12 dans la seconde espèce, séparés du liber sous-jacent par une épaisse bande fibreuse, en un mot, nichés dans l'épaisseur du péricycle fibreux. Par la structure du pétiole, l'I. de Harmand se montre donc une espèce bien distincte de l'I. malaise, comme il a été dit plus haut (p. 279).

Dans la côte médiane du limbe, la structure du pétiole se prolonge, mais avec deux modifications. D'abord, le cristarque externe y devient exodermique, en contact direct avec l'épiderme, comme chez les Irvingies. Puis, dans la courbe fermée méristélique, les faisceaux cribrovasculaires péricycliques inverses, qui s'y prolongent toujours ici plus ou moins longtemps, s'atténuent peu à peu et finissent par disparaître tout à fait, d'ordinaire avant le milieu de la longueur. C'est dans l'I. malaise qu'ils se continuent le plus loin, en se réduisant progressivement à quatre, puis à deux avant de s'évanouir.

Dans la lame, l'épiderme supérieur, dépourvu de stomates, est formé de cellules à paroi externe plane et cutinisée, à parois latérales minces, ondulées et cellulosiques, à paroi interne plus ou moins fréquemment et fortement gélifiée ; en un mot, il est pareil à celui des Irvingies. Mais l'épiderme inférieur est bien différent. Ses cellules ont leurs faces latérales rectilignes, leur face interne sans trace de gélification et leur face externe fortement bombée en une papille à membrane épaisse et fortement cutinisée. Il renferme des stomates nombreux et serrés, sans cellules annexes. Ce sont les papilles de cet épiderme, déjà aperçues par M. Vignoli dans l'I. d'Oliver, en 1886 (*loc. cit.*), qui donnent à la face inférieure du limbe l'aspect mat et rugueux qui a été signalé plus haut (p. 280). L'écorce est hétérogène, palissadique bisériée en haut, à cellules dissociées et séparées par des méats dans toute leur longueur, lacuneuse en bas et dépourvue à la fois de grandes cellules à mucilage et de sclérites. Les méristèles, dont le faisceau libéroligneux est entouré d'une gaine fibreuse péridesmique, sont étroites et hautes, ne laissant entre elles et l'épiderme qu'une seule assise corticale, en un mot, cloisonnantes. En haut et en bas, cette assise, qui est à la fois l'exoderme et l'endoderme, se différencie en une étroite bande de cristarque octaédrique, qui peut être regardée à volonté comme le prolongement soit du cristarque exodermique de la côte médiane, soit du cristarque endodermique de cette côte et du pétiole.

Ce qui, dans la structure de la lame, varie suivant les espèces, c'est surtout le degré de gélification de l'épiderme supérieur. Gélifié çà et là seulement, dans un petit nombre de cellules, chez l'I. de Smith, il l'est beaucoup plus fréquemment et beaucoup plus fortement dans l'I. d'Oliver, où nombre de ses cellules plongent dans l'assise palissadique sous-jacente. C'est pourquoi M. Pierre a pu dire de cette espèce : « Le limbe est mince et contient çà et là, à l'hypoderme, une cavité à gomme » (1). M. Jadin a donné, en 1901, une coupe transversale de la feuille de cette espèce. On y voit fortement gélifiées presque toutes les cellules de l'épiderme supérieur, avec l'apparence de cloi-

(1) Pierre, *loc. cit.*, pl. CCLXIII, 1892.

sonnement tangentiel qui résulte de ce phénomène, comme il a été expliqué plus haut pour les Irvingies (p. 263), et qui a trompé, ici aussi, l'auteur en lui faisant croire, comme à M. Pierre, à l'existence d'un hypoderme (1). Chez cette même espèce, M. Jadin signale de « rares sclérites » dans l'écorce du limbe ; je n'en ai pas vu trace chez elle, ni dans aucune autre Irvingelle.

En résumé, la structure de la feuille permet de distinguer les Irvingelles des Irvingies, et l'un des traits de cette structure, la papillosité de l'épiderme inférieur du limbe, en se reflétant dans l'aspect de la surface correspondante, rend cette distinction facile, même en l'absence de microscope.

5. *Structure de la racine.* — La structure de la racine et de ses radicelles a été étudiée, chez l'I. de Harmand, sur une plantule en voie de germination. Devant y revenir tout à l'heure, on se bornera à dire ici qu'elle est, comme chez les Irvingies, de tout point normale, sans cristarque ni externe, ni endodermique, et sans trace de cellules à mucilage ni dans l'écorce, qui est caduque, comme à l'ordinaire, ni dans la moelle, qui est large et persistante.

6. *Organisation florale.* — L'inflorescence termine directement le rameau feuillé, sans interposition à sa base d'un anneau de bractées stériles au-dessus de la dernière feuille. A l'aisselle de bractées caduques et distiques comme les feuilles, le pédoncule produit d'abord, à angle droit, quelques branches espacées, puis un assez grand nombre de pédicelles échelonnés tout du long, suivant la divergence 2/5, en cinq séries provoquant sur le pédoncule autant de côtes saillantes.

Les branches inférieures portent d'abord une ou deux branches de second ordre, puis cinq séries de pédicelles espacés. Les branches supérieures ne portent que de pareils pédicelles et il en est de même des branches de second ordre produites par les branches inférieures. Le tout forme une grappe composée à

(1) Jadin, *loc. cit.*, p. 294, 1901. Dans la feuille de cette même plante, M. Vignoli a cru voir que l'épiderme supérieur « repose sur une assise sous-épidermique incolore, constituée par des éléments beaucoup plus grands à parois minces » (*loc. cit.*). Ces grands éléments ne sont pas autre chose que l'épaisse face interne gélifiée des cellules épidermiques.

deux degrés en bas, à un seul degré au milieu, simple en haut : en un mot, une panicule terminale. Non seulement par sa situation terminale et non axillaire, mais encore par la disposition des pédicelles en grappe et non en ombelle, cette inflorescence diffère beaucoup de celle des Irvingies.

La fleur, dont le pédicelle n'a pas de bractées propres, est conformée comme chez les Irvingies, à une différence près. Ici le gynophore, non seulement renfle davantage son écorce et se relève en cupule autour de la base de l'ovaire, formant ainsi un véritable disque hypogyne, marqué de dix sillons par la pression des filets staminaux dans le bouton, mais encore prolonge les cellules de son épiderme en autant de courtes papilles. Ainsi conformé, ce disque nectarifère offre un nouveau caractère différentiel par rapport aux Irvingies.

Dans chaque loge de l'ovaire, l'ovule, conformé et disposé comme dans les Irvingies, a un gros nucelle persistant, à surface cutinisée, avec deux téguments, l'externe de trois assises du côté opposé au raphé, l'interne de cinq assises avec deux épidermes fortement différenciés.

7. *Fruit et graine*. — Comme dans les Irvingies, l'inflorescence, bien que développant d'abord également tous ses ovaires, n'amène d'ordinaire à maturité qu'un seul de ses fruits, situé dans sa région inférieure. Ce fruit mûr est donc solitaire au sommet de la branche, que son pédicelle termine. C'est aussi une drupe à noyau biloculaire, où l'une des loges avorte d'ordinaire. Une seule fois, j'ai rencontré, dans l'I. de Harmand, un fruit dont le noyau avait deux loges égales, séparées par une cloison molle et contenant chacune une graine. M. Pierre l'a figuré en coupe transversale, mais en l'attribuant à l'I. malaise (pl. CCLXIII, fig. 10, *b*) ; il en a figuré un autre, également biloculaire, dans l'I. d'Oliver (fig. 11, *a* et *b*). Mais c'est là une très rare exception.

Le péricarpe est formé de trois couches, conformées comme dans les Irvingies ; la moyenne, notamment, ou mésocarpe, parsemée de grandes cellules à mucilage, est traversée par des filets rigides rayonnants, qui sont de deux sortes et disposés comme dans le genre précédent (p. 271).

L'unique graine est aussi disposée et conformée comme dans les Irvingies, mais avec cette différence, très importante, suivant nous, qu'entre le tégument et l'embryon il subsiste, à la maturité, une couche d'albumen oléagineux et aleurique sans trace d'amidon, assez épaisse au dos des cotyles, très mince sur leurs bords où elle peut manquer tout à fait, entièrement dépourvue de ces grandes cellules à gomme qu'ici, comme dans les Irvingies, on distingue à l'œil nu comme autant de petits points blancs dans l'épaisseur des cotyles.

Baillon a remarqué le premier, dès 1867, que, dans le genre Irvingie, s'il y a des espèces, comme l'I. de Barter et l'I. du Gabon, qui n'ont pas d'albumen, il y en a d'autres, comme l'I. de Smith, qui en ont un et que, par conséquent, en assignant au genre tout entier, d'abord en 1860 le second caractère (1), plus tard en 1867, et par correction, le premier (2), M. J. Hooker a émis deux opinions également vraies et fausses (3). Mais il s'est borné à ne voir dans cette différence qu'une nouvelle preuve du peu de valeur de la présence ou de l'absence de l'albumen en général, au lieu de se demander si elle ne serait pas ici l'indication d'une distinction générique et de rechercher, comme j'ai essayé de le faire, si tout un ensemble d'autres caractères, en venant s'ajouter à celui-là, ne changerait pas cette indication en certitude. Il a passé ainsi à côté de la question.

Ensemble, l'albumen et l'embryon, comme l'embryon seul dans les Irvingies, sont comestibles. La graine de l'I. d'Oliver, en particulier, arbre nommé *Cay-Cay* par les indigènes, est, suivant M. Pierre, un aliment précieux pour les populations forestières de la Cochinchine. Elles en retirent aussi une matière grasse analogue à la cire et qui sert à fabriquer des bougies. La pulpe du fruit, malgré son amertume, est très recherchée des Cervidés (4).

8. *Germination et structure de la plantule.* — M. Pierre

(1) Hooker, *loc. cit.*, p. 167, 1860.
(2) Bentham et Hooker, *Genera plant.*, I, p. 993, 1867.
(3) Baillon, *loc. cit.*, p. 85, 1867.
(4) Pour la composition chimique et les applications de la graisse de Cay-Cay, voir aussi Vignoli : Le *Cay-Cay*, Thèse, Montpellier, 1886.

a figuré, en 1892, la germination dans l'I. d'Oliver (1). Les cotyles y paraissent hypogées; la tige y porte déjà cinq feuilles épanouies, les deux premières opposées, les trois autres isolées distiques, toutes avec leurs stipules caractéristiques. Je n'ai pas retrouvé cette plantule parmi les échantillons de cette espèce dans l'herbier de M. Pierre. Mais j'ai pu étudier à l'état vivant une des plantules obtenues aux serres du Muséum par la germination de graines de l'I. de Harmand. Le semis ayant eu lieu en juin 1904, la plantule avait environ dix mois.

Elle mesurait en totalité 34 centimètres de longueur, dont 8 centimètres pour la racine terminale, qui porte de nombreuses séries de radicelles, et 26 centimètres pour la tige, qui porte, au-dessus des deux cotyles tombées, d'abord une paire de feuilles opposées, puis huit feuilles isolées et distiques, toutes encore attachées. La distance entre le collet et l'insertion des cotyles, en un mot l'hypocotyle, est très courte, mesurant 2 à 3 millimètres seulement, de façon que les cotyles ont dû demeurer hypogées. De là, une nouvelle différence, et très frappante, avec les Irvingies. Le premier entre-nœud épicotylé, qui porte la paire de feuilles opposées, mesure 7 centimètres, le second 6 centimètres; les suivants sont de plus en plus courts. A chaque nœud de feuille isolée, la tige est marquée d'une cicatrice annulaire provenant de la chute de ses deux larges stipules; celles-ci sont encore adhérentes, mais bien séparées, de chaque côté de la dernière feuille épanouie; elles mesurent 20 millimètres de long. Au-dessus de la feuille la plus jeune, encore involutée mais en voie d'épanouissement, la gaine terminale, formée par l'enroulement des deux stipules de cette feuille, mesure aussi 20 millimètres.

Considérée vers sa base, près du collet, la racine terminale a déjà son écorce exfoliée par un périderme péricyclique. Le liber secondaire, tout entier mou, est entouré d'un anneau de cellules épaissies et lignifiées en U, provenant de la différenciation tardive, non du phelloderme comme on pourrait le croire, mais de la zone interne du péricycle. Le bois secondaire, qui est normal, à rayons unisériés, entoure une large moelle lignifiée,

(1) Pierre, *Flore forestière de la Cochinchine*, fasc. XVII, pl. CCLXIII, B, fig. 12, 1892.

sans cellules à mucilage, à la périphérie de laquelle on distingue difficilement les faisceaux ligneux primaires, qui sont nombreux, 18 à 20. Aussi les radicelles sont-elles disposées sur le pivot en nombreuses rangées parallèles. Vers le milieu de la longueur, la stèle compte encore 8 à 10 faisceaux ligneux autour d'une large moelle. Enfin, vers l'extrémité, on retrouve l'écorce encore présente avec sa structure ordinaire, sans trace de cellules à mucilage, et la stèle n'a plus que 6 faisceaux primaires de chaque sorte.

Les radicelles, qui sont encore à l'état primaire, offrent aussi la structure normale, avec ordinairement 5 faisceaux ligneux autour d'une moelle déjà lignifiée et un péricycle unisérié.

Considéré vers son milieu, le très court hypocotyle a déjà la structure caulinaire, avec faisceaux libéroligneux à bois centrifuge autour d'une large moelle encore dépourvue de cellules à mucilage. Pourtant, l'écorce y a été exfoliée, comme dans la racine, par un périderme péricyclique. rQuate de ces faisceaux libéroligneux, rapprochés deux par deux, ont leur bois plus saillant dans la moelle que les autres et offrent chacun, en dehors de leur liber, sous le périderme, un gros faisceau fibreux péricyclique. Au nœud cotylaire, chaque paire passe dans la cotyle correspondante, qui reçoit ainsi de la stèle deux méristèles. Au-dessus, au milieu du premier entre-nœud épicotylé, par exemple, la tige prend tout à fait la structure définitive que nous lui connaissons. Le périderme, notamment, y est exodermique, et l'écorce permanente commence à différencier, ainsi que la moelle, de grandes cellules à mucilage. La seconde assise corticale ne forme toutefois que çà et là quelques cellules isolées de cristarque; mais on a vu plus haut que cette réduction du cristarque est précisément un des caractères de l'I. de Harmand.

L'une quelconque des feuilles de cette plantule offre la même forme et la même structure que celles de la plante adulte étudiée plus haut à l'état sec. La face inférieure du limbe, notamment, y est terne et mate. Dans le pétiole, les méristèles fusionnées forment un arc qui rapproche ses bords vers le haut, mais ne les rejoint pas encore et demeure largement ouvert, même au sommet, à la naissance du limbe, pour ne se

fermer que plus loin dans la côte médiane. C'est, comme on l'a vu plus haut, un des caractères de cette espèce. Dans le limbe, la lame a son épiderme supérieur fortement gélifié, son épiderme inférieur sans trace de gélification, mais fortement papilleux, son écorce à cellules palissadiques dissociées et ses méristèles cloisonnantes.

9. *Comparaison du genre Irvingelle avec le genre précédent.* — Pour terminer l'étude du genre Irvingelle, il convient de réunir, en les résumant, les caractères par où il se distingue du genre Irvingie.

Irvingie. — Limbe foliaire luisant sur deux faces, à épiderme inférieur lisse et gélifié comme le supérieur, avec stomates munis de deux cellules annexes, à méristèles non cloisonnantes. Inflorescence axillaire, à pédicelles groupés en ombellules. Graine sans albumen. Germination fortement épigée.

Irvingelle. — Limbe foliaire terne sur la face inférieure, à épiderme inférieur papilleux et non gélifié, avec stomates sans cellules annexes, à méristèles cloisonnantes. Inflorescence terminale, à pédicelles espacés en grappes. Graine albuminée. Germination hypogée.

Indiquée seulement au début de ce travail (p. 248), la caractérisation de ces deux genres se trouve de la sorte complétée.

3. Genre **DESBORDÉSIE**.

Le P. Klaine a récolté aux environs de Libreville, au Gabon, d'abord en juin 1899 (n° 1580), puis en septembre (n° 405) et en décembre 1900 (n° 1930), des échantillons en fleurs et fruits d'un grand arbre, nommé *Allô* par les indigènes. M. Pierre y a reconnu aussitôt une Irvingiacée, très différente des Irvingies par son fruit, qui est une large et longue samare, et en a fait le type d'un genre distinct, dédié au général Borgnis-Desbordes et nommé Desbordésie (*Desbordesia* Pierre).

1. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Échantillons et dessins de cette remarquable plante ont été communiqués par M. Pierre aux principaux Herbiers publics, en février 1901,

sous le nom spécifique de D. insigne (*D. insignis* Pierre); mais jusqu'ici aucune description, ni générique, ni spécifique, n'en a été publiée par lui.

D'autre part, M. Soyaux à Sibange Farm au Gabon, dès 1880 (n° 102) et M. Staudt au Cameroun en 1897 (n° 940) ont récolté des échantillons en fleurs, mais sans fruits, que M. Engler a rapportés au genre *Irvingia* et décrits ensemble, en 1903, sous le nom de *I. glaucescens* (1). La comparaison de la plante de Staudt avec celle de Klaine m'a montré que, si c'est bien une Desbordésie et même une espèce très voisine de la D. insigne, autant qu'on en peut juger en l'absence de fruits, elle en est pourtant bien distincte. Ce sera donc désormais la D. glauque (*D. glaucescens* (Engler) v. T.).

Quant à la plante de Soyaux (n° 102), distribuée comme variété de l'I. de Barter, c'est un arbre grêle à petite cime s'élevant à 33 mètres de hauteur, dont les feuilles sont plus petites que dans les deux espèces précédentes, ne mesurant que $6^{cm},5$ de long sur 3 centimètres de large. C'est une espèce distincte, que je nommerai D. de Soyaux (*D. Soyauxi* v. T.).

Le P. Klaine a récolté au Gabon, de septembre à décembre 1902, de nombreux échantillons avec fleurs et fruits (n° 3036 et n° 3184) d'un arbre du même genre, voisin aussi de la D. insigne, mais qui en diffère notamment par l'inflorescence, où le pédoncule et ses branches sont plus grêles, plus longs et plus étalés, par le fruit, qui est un peu plus petit, non cordé à la base et plus violacé, et par la graine, plus petite aussi, mesurant 30 millimètres de long sur 4 millimètres de large, au lieu de 50 millimètres de long sur 9 millimètres de large. C'est une espèce distincte, que je nommerai D. de Pierre (*D. Pierreana* v. T.).

On verra plus loin que la feuille de ces plantes offre dans son pétiole de notables différences de structure, qui permettent de distinguer ces quatre espèces.

Thollon a ramassé à N'Djolé au Congo français, en décembre 1894, des fruits (n° 55) d'un arbre de ce genre, « nommé *Allo* par les Pahouins et dont la graine, grillée et pilée, sert à

(1) Engler, *Simarubaceæ africanæ* (Bot. Jahrb. f. Syst., XXXII, p. 124, 1903).

faire du chocolat ». Ce sont des samares blanchâtres, pâles et très membraneuses, mesurant 12 centimètres de long sur $4^{cm},5$ de large, et renfermant assez souvent deux graines pareilles, mesurant $3^{cm},5$ de long sur 1 centimètre de large. Notablement différentes de celles de la D. insigne et de la D. de Pierre, elles suffisent à caractériser une espèce distincte, que je nommerai D. pâle (*D. pallida* v.T.).

Le genre se réduit pour le moment à ces cinq espèces, dont deux seulement sont connues dans toutes leurs parties. A moins que l'échantillon san fleurs ni fruits, récolté au Gabon par M. Spire (n° 144), que, d'après sa structure, on a rapporté plus haut avec quelque doute au genre Irvingelle, ne doive être rattaché au genre actuel. Ce qui porterait à le croire, c'est que cet arbre est nommé *Alou* par les indigènes. Ce serait alors la D. de Spire (*D. Spirei* v. T.). La découverte des fruits de cette plante pourra seule trancher la question. On y reviendra d'ailleurs un peu plus loin.

2. *Conformation externe.* — Quoi qu'il en soit, les Desbordésies sont de grands et beaux arbres, pouvant atteindre 30 et 35 mètres de haut, glabres dans toutes leurs parties, à rameaux côtelés munis à chaque nœud d'une cicatrice annulaire. Les feuilles sont caduques, isolées distiques, simples et stipulées, à stipules caduques pareilles à celle des Irvingies et des Irvingelles, mais beaucoup plus courtes, ne mesurant pas plus de 4 à 5 millimètres. Elles sont pétiolées, à pétiole canaliculé en haut. Le limbe est ovale atténué à la base, mais plus d'un côté que de l'autre, de manière à y être asymétrique, comme dans les Irvingies et Irvingelles, atténué aussi au sommet, où il se prolonge en pointe, luisant en haut, terne et un peu glauque en bas, à bord entier, penninerve à réseau de nervures visible sur les deux faces, mais saillant surtout en haut, mesurant en moyenne 12 centimètres de long sur 5 centimètres de large dans la D. insigne, moitié plus petit dans la D. de Soyaux.

3. *Structure de la tige.* — La tige a essentiellement la même structure que dans les deux genres précédents. Sous un épiderme glabre à petites cellules, même écorce à cristarque externe

dans la seconde assise, çà et là renforcé en dedans par des cellules semblables plus profondes, à grandes cellules à mucilage sur un seul rang dans la zone moyenne, à cristarque interne endodermique; mêmes faisceaux fibreux péricycliques, bientôt unis en un anneau fibro-scléreux par la sclérose en U des cellules intermédiaires ; même liber secondaire tout entier mou, à rayons unisériés ; même bois secondaire à rayons unisériés et à parenchyme ligneux dans les compartiments; même bois primaire à parenchyme cellulosique ; même moelle lignifiée à la périphérie, cellulosique au centre où elle contient de très grandes cellules à mucilage. Même périderme aussi, produit dans l'exoderme. Très tardivement il se fait, dans le liber secondaire, des nodules de cellules scléreuses.

4. *Structure de la feuille.* — La feuille prend à la stèle de la tige sept méristèles, qui s'en séparent toutes et progressivement d'avant en arrière au nœud même. La médiane plus large et qui se trifurque aussitôt, entre d'abord dans le pétiole, puis les deux latérales, puis les suivantes ; en contournant la stèle, celles-ci produisent vers l'intérieur de petites branches destinées aux stipules.

Le pétiole a la même structure générale que dans les Irvingies et les Irvingelles. Même cristarque externe bien développé dans la seconde assise corticale et fréquemment renforcé en dedans, mêmes cellules à mucilage dans la zone moyenne et même cristarque interne dans l'endoderme. Les méristèles, au nombre de onze, s'unissent latéralement par leurs péridesmes en un arc dont les bords, formés chacun d'une méristèle, se reploient et se rapprochent en haut, mais sans se joindre, et qui demeure ouvert avec dans son parenchyme interne, lignifié à sa périphérie, cellulosique au centre, une très large cellule à mucilage en face de l'ouverture. Même au sommet du pétiole, à la naissance du limbe, où les arcs fibreux péricycliques sont réunis en un couche continue par la sclérose en U des cellules intermédiaires, sclérose qui se prolonge dans les rayons libériens, la courbe méristélique demeure largement ouverte en haut, avec ses deux faisceaux marginaux séparés par la cellule à mucilage. C'est seulement plus loin, dans la côte médiane du limbe, que

les bords s'unissent en fusionnant leurs péricycles fibreux, leurs libers et leurs bois et que la courbe se ferme complètement. Là aussi, le cristarque externe passe progressivement de la seconde assise corticale dans la première.

Suivant les espèces, cette structure du pétiole et de la côte médiane du limbe subit quelques modifications intéressantes, qui peuvent servir à les distinguer.

Dans la D. glauque, le péricycle de chaque bord de la courbe ouverte s'épaissit beaucoup et produit, sous sa couche fibreuse, un faisceau cribrovasculaire annulaire, plus développé en bas qu'en haut, séparé du liber sous-jacent par une couche de parenchyme péricyclique. C'est l'anomalie signalée plus haut chez les Irvingies et Irvingelles. En montant dans le pétiole, ce faisceau devient bilatéral inverse par perte de son arc supérieur, et on le retrouve à cette place, non seulement à la naissance du limbe, mais encore tout le long de la côte médiane, jusque bien au delà du milieu de sa longueur.

Dans le D. insigne, la même anomalie existe à la base du pétiole, mais elle a presque disparu à la naissance du limbe, et cesse tout à fait dans la côte médiane.

Dans la D. de Pierre et dans la D. de Soyaux, au contraire, l'anomalie n'existe pas dans le pétiole et ne fait son apparition que dans la côte médiane, sous forme d'un petit faisceau cribrovasculaire inverse, situé de chaque côté dans la bande supérieure de la courbe méristélique fermée.

Dans la lame, l'épiderme supérieur, dépourvu de stomates, est formé de grandes cellules à paroi externe plane et cutinisée, à parois latérales minces, cellulosiques et ondulées, à paroi interne fortement et également gélifiée, avec cette apparence de cloisonnement tangentiel, signalée plus haut chez les Irvingies et les Irvingelles. L'épiderme inférieur, pourvu de nombreux stomates sans cellules annexes,est formé de cellules plus petites, à faces latérales planes, à face interne sans trace de gélification, et à face externe relevée en une papille à membrane cutinisée et couverte de petits granules cireux. Ici, comme dans les Irvingelles, c'est cette papillosité de l'épiderme qui rend la surface inférieure du limbe terne et mate, pendant que les granules cireux la rendent bleuâtre. L'écorce est palis-

sadique unisériée en haut, à cellules dissociées, lacuneuse en bas, sans grandes cellules à mucilage, ni sclérites. Les méristèles, dont le faisceau libéroligneux est entouré d'une gaine fibreuse péridesmique, ne sont séparées de l'épiderme que par deux assises de cellules, dont l'interne se différencie en haut et en bas en une étroite bande de cristarque endodermique; en un mot, elles ne sont pas cloisonnantes.

Par la structure de la feuille, les Desbordésies ressemblent donc à la fois aux Irvingies et aux Irvingelles, mais plus au second genre qu'au premier. Avec le premier elles ont en commun le non-cloisonnement des méristèles du limbe, avec le second la conformation de l'épiderme inférieur du limbe, qui est papilleux, non gélifié, avec stomates sans cellules annexes. De tous les deux, elles diffèrent par la non-fermeture de la courbe méristélique du pétiole à la naissance du limbe.

Reprenons maintenant l'examen de la plante de Spire (n° 144), dont il a été question plus haut. La tige n'offre dans sa structure aucun caractère particulier et ressemble de tout point à celle des Irvingies, des Irvingelles et des Desbordésies. L'épiderme inférieur du limbe foliaire est papilleux, sans trace de gélification, ce qui explique l'aspect mat et terne de la surface, constaté plus haut. Par là, la plante s'éloigne des Irvingies, pour se rapprocher des Irvingelles, mais tout autant des Desbordésies. Les méristèles du limbe y sont cloisonnantes; la courbe méristélique du pétiole y est complètement fermée en haut par la fusion des péricycles fibreux, des libers et des bois des faisceaux extrêmes de l'arc primitif, et cela non seulement au sommet, à la naissance du limbe, mais déjà vers la base. Par ces deux derniers caractères, c'est au genre Irvingelle qu'il convient de rattacher cette plante, comme il a été fait plus haut, et non au genre Desbordésie. Toutefois cette attribution ne deviendra définitive que lorsqu'on en connaîtra le fruit.

5. *Organisation florale.* — L'inflorescence des Desbordésies est à la fois terminale de la pousse feuillée, comme dans les Irvingelles, et axillaire des feuilles supérieures de cette pousse, comme dans les Irvingies.

Dans le groupe terminal, le pédoncule produit, à partir de sa base et assez espacées à l'aisselle de bractées ordinairement caduques, çà et là foliacées et persistantes, le plus souvent quatre branches distiques, relevées obliquement. Seule la branche inférieure porte une branche de second ordre. Puis cette branche de second ordre ainsi que les branches de premier ordre et le prolongement du pédoncule au-dessus d'elles, portent, échelonnés en ordre distique, un grand nombre de très courts rameaux, terminés chacun par un petit nombre de pédicelles très grêles, deux à cinq, groupés en ombellule. L'ensemble constitue une grappe plus longue que les feuilles, composée à trois degrés en bas, à deux degrés au milieu, à un seul degré au sommet, en un mot, une panicule, qui, par le groupement des pédicelles en ombellules, ressemble à celle des Irvingies, mais qui en diffère parce que les pédicelles y sont toujours de second ordre par rapport à la branche qui les porte.

Voisins du groupe terminal et composant en quelque sorte avec lui l'inflorescence totale, les groupes axillaires des feuilles supérieures sont conformés de la même manière, à cette légère différence près, que la branche inférieure ne produit pas de branche de second ordre et que la grappe n'y est, même à la base, composée qu'à deux degrés.

Sur un pédicelle très grêle, plus long qu'elle et sans bractées propres, la fleur, qui est jaune, a la même conformation générale que dans les Irvingies et Irvingelles, et il n'y aurait pas lieu d'y revenir si le pistil n'offrait quelques différences intéressantes.

L'entre-nœud qui le sépare de l'androcée, c'est-à-dire le gynophore, se renfle tout autour en un bourrelet qui se relève en une coupe distante autour de l'ovaire, formant ainsi un véritable disque, à bord creusé de dix sillons par la pression des filets staminaux dans le bouton. Son épiderme est hérissé de papilles et son écorce est dépourvue de cellules à mucilage comme dans les Irvingelles ; mais elle est parcourue par des filets vasculaires ramifiés, émanés de la stèle, ce qui n'a pas lieu dans les deux genres précédents et ce qui marque un progrès nouveau dans la différenciation du disque.

L'ovaire est étroit et long, avec de grandes cellules à muci-

lage dans sa paroi externe et un cercle de méristèles normalement orientées au milieu de sa cloison. Il renferme dans chaque loge, attaché au sommet de la cloison, un ovule étroit et long, anatrope pendant à raphé ventral, en un mot hyponaste. Cet ovule a un nucelle persistant jusqu'après la formation de l'œuf, recouvert de deux minces téguments à orifices superposés. L'externe n'a que deux assises en dehors du raphé, l'extérieure à cellules plus grandes que l'autre. L'interne a aussi deux assises tout autour, l'extérieure à cellules très petites, l'autre à grandes cellules dédoublées par une cloison tangentielle. L'ovule est donc perpariété, bitegminé, dipore. Comme dans les Irvingies, il est muni d'un obturateur.

6. *Fruit et graine.* — Pendant le développement du pistil en fruit, le calice persiste à sa base en rabattant ses sépales, mais sans les accroître ; le disque aussi demeure au-dessous de l'ovaire et le style à son sommet. En grandissant, l'ovaire s'aplatit dans le plan médian et forme une lame fusiforme, qui se colore bientôt en beau bleu violacé. Cette lame s'accroît rapidement en longueur et en largeur et devient en définitive une grande lanière membraneuse, jaune brun plaquée de violet, ovale très allongée à bords presque parallèles, arrondie au sommet et aussi à la base, où elle est plus ou moins nettement auriculée. Elle est partagée en deux moitiés égales par une nervure médiane correspondant à la cloison, d'où partent tout du long des nervures latérales recourbées vers le bas, excepté dans le quart supérieur où elles se dirigent en haut, ramifiées à leur tour et anastomosées en réseau. Cette lanière, qui mesure 14 centimètres de long sur 4 centimètres de large dans la D. insigne, et qui ressemble au limbe d'une feuille dont le pédicelle épaissi serait le pétiole, est une remarquable samare.

Bien que les deux carpelles du pistil primitif s'y soient développés également, en formant chacun une des moitiés de la lame, l'un des ovules primitifs s'accroît ordinairement seul en une graine ; l'autre avorte le plus souvent. L'une des moitiés de la samare est donc plate dans toute son étendue, l'autre est un peu renflée dans son tiers médian par la présence de la graine dans la loge fertile. Tout le long de la première, dans le tiers

inférieur et dans le tiers supérieur de la seconde, l'épiderme interne du carpelle est en contact avec lui-même ; en un mot, la loge est oblitérée. Parfois cependant, les deux ovules se développent également et la samare, légèrement renflée des deux côtés dans son tiers médian, contient deux graines symétriques. La chose est plus fréquente dans la D. pâle que dans la D. insigne ; sur huit fruits examinés, trois avaient deux graines. Plus rarement, on observe des fruits de même forme et dimension que les autres, qui ne sont renflés d'aucun côté, où les deux ovules ont également avorté.

Comme dans les Irvingies et Irvingelles, l'inflorescence commence par développer également de cette façon ses très nombreux ovaires ; mais un seul, dans la région inférieure, parvient en définitive à maturité. La samare mûre est donc solitaire au sommet de la branche ou à l'aisselle d'une feuille supérieure, portée par un pédicelle qui mesure 1^cm^ de long.

Semblable à un limbe de feuille, le péricarpe en a aussi la structure générale. L'épiderme externe est cutinisé, non gélifié et muni de stomates à deux cellules annexes ; l'interne, dont les cellules ont les parois très minces, n'est ni cutinisé, ni gélifié, ni pourvu de stomates. L'écorce renferme de grandes cellules à mucilage. L'assise située au-dessous de l'épiderme interne allonge fortement ses cellules transversalement suivant la tangente, en en épaississant et lignifiant la membrane, surtout au pourtour de la loge fertile. La seconde assise de ce côté interne est formée de très petites cellules, épaissies et lignifiées en dedans et sur les côtés, en forme d'U, et contenant chacune un octaèdre d'oxalate de calcium. Il y a donc ici, sur la face interne du péricarpe, un cristarque périphérique qui n'existe pas sur sa face externe. Les méristèles, où le faisceau libéroligneux est entouré d'une épaisse gaine fibreuse, ne sont pas cloisonnantes et sont entourées chacune d'un cristarque endodermique. Au milieu de la cloison, se forme de bonne heure, entre le liber et le bois des faisceaux normalement orientés qui occupent cette région de l'ovaire, comme il a été dit plus haut (p. 296), une assise génératrice qui produit du liber secondaire en dehors, du bois secondaire en dedans, en un mot un pachyte, entouré d'un anneau fibreux péricyclique ; c'est

lui qui constitue la grosse nervure médiane de la samare.

Extraite de sa loge, la graine, aplatie dans le plan médian, est étroite et longue, mesurant 40 à 45 millimètres de long sur 7 à 8 millimètres de large, arrondie au sommet au-dessus du hile, atténuée à la chalaze en une pointe recourbée en dedans. Son tégument est noir et luisant. L'épiderme externe est formé de grandes cellules à parois minces et incolores. L'écorce est constituée par une couche de cellules à parois minces et brunâtres, fortement allongées transversalement suivant la tangente ; elle est dépourvue de méristèles, à l'exception de celle du raphé, qui reste indivise ici ; elle est bordée en dedans par une assise de cellules fortement allongées suivant l'axe, à membrane jaune, très épaisse et lignifiée, en un mot, par une assise fibreuse. En dedans d'elle, se trouve une pellicule brune formée de membranes écrasées, résidu de la digestion par l'albumen des assises internes du tégument ovulaire, digestion qui a été arrêtée par l'assise fibreuse.

Sous le tégument s'étend une mince couche d'albumen oléagineux et aleurique, entourant l'embryon. Celui-ci est droit, à deux larges cotyles plan-convexes, disposées de part et d'autre du plan médian du pistil, qui est aussi le plan de symétrie du tégument, en un mot, accombant au raphé. Les cotyles renferment beaucoup d'huile et d'aleurone, sans trace d'amidon ; en outre, leur écorce contient un grand nombre de grandes cellules à mucilage, visibles à l'œil nu sur la tranche comme autant de petits points blancs. Moins développée que dans les Irvingelles, la couche d'albumen n'atteint guère ici qu'une épaisseur égale à celle du tégument, tout au plus le quart de l'épaisseur d'une des cotyles.

On ne connaît pas encore, dans ce genre, le mode de germination de la graine et la structure de la plantule.

7. *Comparaison du genre Desbordésie avec les deux genres précédents.* — Ressemblant aux deux genres précédemment étudiés par la conformation de la fleur, notamment par la dimérie du pistil, le genre Desbordésie s'en distingue par une série de caractères qu'il faut maintenant résumer.

Des Irvingies, il diffère par la papillosité et la non-gélification

de l'épiderme inférieur du limbe, d'où résulte l'aspect mat de la surface correspondante, par l'inflorescence terminale, par le disque cupuliforme du gynophore et par la graine albuminée, tous caractères qui le rapprochent des Irvingelles.

Des Irvingelles, il se distingue par les méristèles non cloisonnantes du limbe, par l'inflorescence axillaire et le groupement des pédicelles en ombellules, tous caractères par où il ressemble aux Irvingies.

Des deux ensemble, il diffère, outre la brièveté des stipules, par la non-fermeture de la courbe méristélique au sommet du pétiole, par l'inflorescence à la fois terminale et axillaire, par la présence de fascicules vasculaires dans le disque cupuliforme issu du gynophore, mais surtout par la conformation remarquable du fruit, qui est une longue et large samare foliacée, et par la structure du tégument de la graine, qui est dépourvu de méristèles autres que celle du raphé.

4. Genre **KLAINEDOXE**.

Le P. Klaine a découvert, en 1895, aux environs de Libreville, au Gabon, un grand arbre, nommé *N'Kondjo* par les indigènes, dont il a envoyé à M. Pierre des rameaux en fleurs et en fruits (n° 188). Aux stipules caractéristiques, ce botaniste y a reconnu aussitôt une Irvingiacée ; mais l'ovaire, qui a cinq loges au lieu de deux, et le fruit, qui est une drupe plus large que longue, discoïde, à cinq côtes et à cinq noyaux, en font un genre bien distinct des trois précédents. Il l'a dédié à son précieux et infatigable collecteur, sous le nom de Klainedoxe (*Klainedoxa*), en appelant l'espèce en question K. du Gabon (*K. gabonensis* Pierre). Publiée d'abord par M. Engler, en février 1896 (1), d'après le texte, les dessins et l'échantillon à lui communiqués, peu de jours auparavant, par M. Pierre, la description du genre, accompagnée de celle de l'espèce, l'a été bientôt après par M. Pierre lui-même, en mars 1896 (2).

(1) Engler, *Nat. Pflanzenfam.*, III, 4, p. 227, février 1896.

(2) Pierre, *Bull. de la Soc. Linn. de Paris*, p. 1235, 6 mars 1896. Le texte autographié et les dessins distribués par M. Pierre sont datés du 17 février 1896.

1. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Outre la K. du Gabon (n° 188), dont les feuilles ovales mesurent 13 centimètres de long sur 8 centimètres de large, le P. Klaine a récolté dans la même région d'autres échantillons de ce genre se rapportant à plusieurs espèces bien distinctes, dont M. Pierre a reconnu et nommé quelques-unes dans son Herbier, sans les avoir encore décrites jusqu'à présent.

Le n° 283, récolté en fleurs en janvier 1898, est un arbre de 15 à 20 mètres, à fleurs roses, ressemblant, par la forme ovale de ses feuilles, à la K. du Gabon, à laquelle M. Pierre l'identifie dans son Herbier ; mais le limbe y est plus petit, ne mesurant que 8 à 9 centimètres de long sur 5 à 6 centimètres de large, et surtout il est remarquable par sa surface luisante et sa couleur cuivrée. Ce sera la K. cuivrée (*K. cuprea* v. T.). On n'en connaît pas les fruits. Déjà trouvée anciennement, en 1863, au Gabon, par Griffon du Bellay, sans fleurs, ni fruits, sous le nom indigène de *Kondgio*, cette espèce a été examinée par Baillon dans l'Herbier du Muséum. Il l'a regardée comme le type d'un genre nouveau *Condgiea* et l'a nommée *C. ovalifolia* ; mais ce nom n'a pas été publié. L'étiquette porte, de sa main : « *Irvingia? Artocarpea? Condgiea ovalifolia* H. Bn. ».

Le n° 1081, en fruits en septembre 1897, le n° 1145, en fleurs en décembre 1897, et le n° 2946, en fleurs aussi en août 1902, appartiennent à une autre espèce, que M. Pierre identifie aussi dans son Herbier avec la K. du Gabon. Elle s'en distingue, et de la K. cuivrée, par des feuilles plus allongées, mesurant 15^{cm} sur 7^{cm}, plus pâles, non cuivrées, par des fruits plus petits et surtout par des épines, qui hérissent le tronc et les grosses branches, et qui sont des racines aériennes arrêtées dans leur croissance. Ce sera la K. épineuse (*K. spinosa* v. T.).

Le n° 983, récolté en 1897, est un arbuste de 3 mètres, à feuilles étroites, très longues et très pâles, à limbe atténué à la base, prolongé en pointe au sommet, mesurant 28 à 32 centimètres de long sur 5 centimètres de large : c'est la K. longifoliée (*K. longifolia* Pierre ms.).

Le n° 1329, découvert en 1898, est un arbre de 10 mètres, avec de grandes feuilles d'un vert clair, membraneuses, à limbe ovale étroit, atténué à la base et au sommet où il se termine

en pointe, mesurant 32 à 35 centimètres de long sur 8 à 9 centimètres de large : c'est la K. macrophylle (*K. macrophylla* Pierre ms.).

Le n° 1590, trouvé en 1899, est aussi un arbre de 10 à 12 mètres, avec de grandes feuilles, mais d'un vert sombre, coriaces, à limbe plus large, arrondi à la base, progressivement atténué en pointe au sommet, mesurant 32 centimètres de long sur 11 à 12 centimètres de large; les rameaux y sont noirâtres et plus fortement côtelés : c'est la K. latifoliée (*K. latifolia* Pierre ms.).

Ces trois dernières espèces sont remarquables par la très grande longueur de leurs stipules qui, autour du bourgeon terminal, atteignent jusqu'à 17 et 18 centimètres de long, celles de la K. du Gabon, déjà très longues pourtant, ne dépassant pas 7 centimètres. On n'en connaît jusqu'à présent ni les fleurs, ni les fruits.

Le P. Trilles a récolté en 1903, au Congo français, aux environs de N'Djolé, des rameaux à fruits (sans n°) d'un arbre de ce genre, nommé *Evel* par les indigènes. Par la forme et par la dimension des feuilles, qui sont ovales, atténuées à la base et au sommet, et mesurent seulement 10 à 11 centimètres de long sur 6 centimètres de large, il ressemble à la K. du Gabon, où elles sont pourtant plus grandes, surtout plus larges et arrondies à la base. Mais il en diffère, notamment par le fruit, qui est moitié plus petit, mesurant seulement 25 millimètres en largeur comme en hauteur, au lieu de 45 à 50 millimètres de large sur 30 millimètres de haut. C'est la K. de Trilles (*K. Trillesii* Pierre ms.).

Thollon a trouvé aux bords de l'Ogooué, au Congo français, en juillet 1887, un arbre du même genre, remarquable par ses feuilles, semblables à celles de la K. latifoliée, mais encore beaucoup plus grandes, puisqu'elles mesurent 45 à 50 centimètres de long sur 15 à 17^{cm},5 de large, avec une gaine stipulaire terminale, longue de 30 centimètres. Ce sera la K. de Thollon (*K. Tholloni* v. T.). Il est regrettable que l'échantillon ne porte ni fleurs, ni fruits.

M. Dybowski a vu au Congo français, à Achouka, dans le Bas Ogooué, un grand arbre « poussant droit », nommé *Licongo* par

les indigènes, dont il a cueilli, en août 1895, des rameaux feuillés (n° 97) et, en octobre, des fruits mûrs conservés dans l'alcool. Par ses feuilles, la plante rappelle la K. du Gabon ; mais le limbe y est plus allongé, mesurant 16 centimètres sur 7 centimètres, avec une gaine stipulaire longue de 10 centimètres. Le fruit aussi est différent ; marqué de 4 ou 5 sillons, il n'a pas de côtes saillantes, mesure 5 centimètres de diamètre sur 3 centimètres de hauteur, et les noyaux, quoique rapprochés par leurs ailes internes, sont libres au centre, qui est occupé par une plage molle, au lieu d'y être unis en étoile comme d'ordinaire. C'est une espèce distincte, que je nommerai K. de Dybowski (*K. Dybowskii* v. T.).

M. Lecomte a rapporté de Fernand Vaz, au Congo français, en 1891, un rameau feuillé d'un grand arbre de ce genre, qui était en fleurs le 25 avril et dont les feuilles, rappelant par leur forme celles de la K. latifoliée, sont beaucoup moins grandes, ne mesurant que 20 centimètres de long sur 6 à 7 centimètres de large. Ce sera la K. de Lecomte (*K. Lecomtei* v. T.).

M. Zenker a récolté à Bipinde, au Cameroun, d'abord en 1899 (n° 1932), puis en 1903 (n° 2620), des échantillons en fleurs, mais sans fruits, d'un arbre de ce genre, que M. Engler a rapportés, en 1903, à la K. du Gabon, comme variété distincte *oblongifolia* (1). Ils ressemblent à la K. de Dybowski plus qu'à toute autre, mais en diffèrent notamment par des feuilles moins grandes, moins foncées, et par des gaines stipulaires plus courtes, atteignant à peine 6 centimètres. Ce sera la K. de Zenker (*K. Zenkeri* v. T.).

De son voyage au Congo français, en 1891, M. Lecomte a rapporté un fruit ramassé dans la forêt de la côte, entre Kitabi et Mayomba, qui appartient certainement à une Klainedoxe, mais diffère par sa forme et sa plus grande dimension de ceux des autres espèces, pour autant qu'ils sont connus. Il n'a pas de côtes saillantes, comme dans la K. du Gabon, mais seulement cinq larges sillons entre les loges, qui sont parfois au nombre de six ; il est fortement aplati et mesure 7 à 8 centimètres de large sur 4 de haut. Provisoirement, on peut, comme a fait M. Pierre

(1) Engler, *Bot. Jahrbücher für Syst.*, XXXIII, p. 125, 1903.

dans son Herbier, le regarder comme représentant une espèce nouvelle, que je nommerai K. macrocarpe (*K. macrocarpa* v. T.).

M. Spire a ramassé dans la même région des fruits d'un arbre, nommé *Eveuss* par les indigènes. Par leur structure, ils appartiennent à une Klainedoxe. Mais ils sont sphériques ou légèrement ovoïdes, sans côtes ni sillons, et mesurent 3 à 4 centimètres de diamètre. Sans s'amincir en dedans, les cinq noyaux y sont largement unis au centre en un noyau unique étoilé. Ils représentent une espèce nouvelle, que je nommerai K. sphérocarpe (*K. sphærocarpa* v. T.).

De même, M. Autran a rapporté de Libreville, au Gabon, un petit fruit de ce genre, trouvé dans la forêt, mesurant seulement 4 centimètres de large sur 3 centimètres de haut, remarquable parce qu'il n'a que trois côtes saillantes à sa surface et ne renferme aussi que trois noyaux, mais surtout parce que les noyaux sont libres au centre, où leurs ailes internes ne confluent pas, comme d'ordinaire. Provisoirement, on peut considérer la plante qui l'a produit comme une espèce distincte, qu'on nommera K. tripyrène (*K. tripyrena* v. T.).

Dewèvre a trouvé, à Lukolela, au Congo belge, en 1896, un arbre (n° 834), nommé *Ekele* par les indigènes, se rapportant au genre actuel par la conformation du fruit, mais qu'à défaut de fleurs MM. De Wildeman et Durand n'y ont classé qu'avec doute et sans attribution spécifique (1). Par ses feuilles coriaces, d'un vert foncé en-dessus, mesurant 25 centimètres de long sur 7 centimètres de large, il se rapproche de la K. latifoliée plus que de toute autre des espèces précédentes. Peut-être aussi cette plante, que je n'ai pas encore pu étudier, est-elle une espèce distincte, à nommer plus tard.

Enfin, anciennement, en 1864, le P. Duparquet a rapporté du Gabon, sans numéro, un rameau, sans fleurs ni fruits, d'un grand arbre nommé *N'Kondjo* par les indigènes. Baillon l'a regardé comme représentant, dans son genre nouveau *Condyiea*, une seconde espèce, qu'il a nommée *C. lanceolata* dans l'Herbier du Muséum; mais, pas plus que pour la première (voir p. 300), ce nom n'a jamais été publié. L'étiquette porte,

(1) De Wildeman et Durand, *Reliquiæ Dewevreanæ*, fasc. 1, p. 35, 1901.

en outre, de sa main : « *Verisimiliter Dipterocarpea novi generis. Irvingia ? Artocarpea ?* » Par ses stipules caractéristiques, cette plante est certainement une Irvingiacée : la très grande longueur de ces stipules, qui mesurent 12 centimètres, en fait non moins certainement une Klainedoxe, et ses feuilles étroites et longues, lancéolées, la rapprochent de la K. longifoliée dont il a été question plus haut. Elle en diffère pourtant par sa tige, qui est un grand arbre et non un arbuste, et par ses feuilles moins grandes, ne mesurant que 22 centimètres sur 4cm,5, plus membraneuses et d'un vert foncé. Ce sera la K. lancéolée (*K. lanceolata* (Baillon ms.) v. T). L'échantillon, également sans fleurs ni fruits, rapporté du Congo français, route de Brazzaville, forêt de Mayumbe, par Thollon en janvier 1891 (n° 4023), avec cette mention « Kondjo à feuilles étroites », paraît appartenir à cette même espèce. Le limbe y mesure 30 centimètres de long sur 5cm,5 de large, et la gaine stipulaire est longue de 16 à 17 centimètres.

Somme toute, le genre Klainedoxe est actuellement représenté par au moins quinze espèces, croissant toutes en Afrique occidentale, et que j'ai étudiées toutes sur les échantillons originaux.

2. *Conformation externe.* — Ce sont ordinairement de grands arbres atteignant jusqu'à 25 mètres de hauteur, glabres dans toutes leurs parties, à rameaux côtelés marqués à chaque nœud d'une cicatrice annulaire. Dans une seule espèce jusqu'à présent, la K. épineuse, le tronc et les grosses branches sont hérissés d'épines, plus longues sur le tronc que sur les branches, simples ou ramifiées latéralement. Tardivement formées, disposées sans aucun rapport avec les cicatrices des feuilles tombées et sans aucun ordre, ici très espacées, là très rapprochées à la fois en long et en large, d'origine endogène, recouvertes par un périderme qui prolonge celui de la tige, ces épines sont autant de racines adventives, arrêtées plus ou moins tôt dans leur croissance, comme cela résulte déjà de ce qui précède et comme on le démontrera plus loin par leur structure.

Les feuilles sont caduques, isolées distiques, simples, stipulées, à stipules conformées et disposées comme dans les trois

genres précédents, mais beaucoup plus longues, mesurant au moins 5 centimètres et dans certaines espèces jusqu'à 20 et 30 centimètres. Elles sont pétiolées, à pétiole canaliculé, à limbe ovale, plus ou moins atténué à la base, mais inégalement des deux côtés, d'où une légère dissymétrie, comme dans les trois autres genres, atténué aussi et terminé en pointe au sommet, poli en bas, luisant en haut, à bord entier, penninerve à nervures latérales unies par un très fin réseau visible sur les deux faces, saillant surtout en haut.

Le bourgeon axillaire porte, à sa base même, deux écailles latérales opposées, mais successives, dont la première enveloppe l'autre, et qui le protègent comme les deux stipules protègent le bourgeon terminal. En s'épanouissant, il rejette d'abord ses deux écailles basilaires et allonge son premier entre-nœud, qui ne porte pas de feuille verte, mais seulement une gaine enveloppant le nouveau bourgeon devenu terminal et mesurant dans la K. du Gabon 5 centimètres, dans la K. latifoliée 10 centimètres de long. La coupe transversale de ce bourgeon dans sa région inférieure y montre en dehors une seule lame, insérée sur toute la périphérie, puis enroulée sur elle-même en spirale de manière à faire presque trois tours, ayant à son aisselle un petit bourgeon de second ordre. C'est donc une feuille complète, réduite à une écaille, qui prend la forme et joue aussi vis-à-vis des parties internes le rôle protecteur que les stipules des feuilles végétatives remplissent plus tard dans les bourgeons terminaux.

Cette écaille a en face d'elle une feuille ordinaire à limbe involuté, avec ses stipules enveloppant les parties plus internes. Plus tard, le bourgeon rejette cette troisième écaille et allonge son second entre-nœud, au sommet duquel s'épanouit la première feuille verte dont les deux stipules constituent maintenant la gaine du bourgeon, disposition qui se continue ensuite indéfiniment dans la végétation de la pousse.

Avant sa première feuille stipulée normale, tout rameau produit donc ici, tout d'abord et successivement, trois écailles protectrices, semblables aux stipules ultérieures ; les deux premières, rapprochées à la base, forment ensemble la gaine du bourgeon axillaire avant toute croissance ; la troisième forme

à elle seule, après l'allongement du premier entre-nœud, la gaine du bourgeon devenu terminal. La quatrième feuille, portée par le second entre-nœud, c'est-à-dire insérée au troisième nœud, est la première des feuilles complètes et normales qui se succèdent ensuite régulièrement. En un mot, les choses se passent ici comme il a été expliqué plus haut (p. 250) pour les Irvingies. Sans que cela ait été dit explicitement pour les Irvingelles et les Desbordésies, ce même mode de végétation se retrouve dans ces deux genres.

3. *Structure de la tige.* — La tige des Klainedoxes partage dans tous ses traits essentiels la structure décrite plus haut dans les Irvingies et retrouvée dans les deux genres suivants.

Sous le même épiderme glabre, même écorce avec un cristarque externe différencié dans la seconde assise, mais renforcé fréquemment en dedans par des cellules semblables empruntées à la troisième et à la quatrième assise, avec de grandes cellules à mucilage rangées d'ordinaire en un seul cercle dans la zone moyenne, avec un cristarque interne différencié dans l'endoderme. Même stèle ondulée aussi, avec faisceaux fibreux péricycliques dans les saillies, plus tard réunis dans les creux, par la sclérose en **U** des cellules intermédiaires, en un anneau fibroscléreux continu, dont les cannelures s'accusent au dehors à travers la mince écorce par les côtes de la surface ; avec liber secondaire tout entier mou, à larges rayons unisériés ; avec bois secondaire riche en parenchyme lignifié, à rayons unisériés ; avec bois primaire à parenchyme cellulosique ; avec moelle lignifiée à sa périphérie, cellulosique au centre, où elle contient de très larges cellules à mucilage. Même périderme aussi, produit par l'exoderme.

J'ai pu étudier, dans la K. de Lecomte, la structure du bois secondaire dans la tige âgée. Elle est remarquable par l'alternance régulière des couches de parenchyme lignifié, renfermant çà et là un très large et solitaire vaisseau ponctué, et des couches de fibres sans vaisseaux. Les rayons qui les traversent ont de un à trois rangs de cellules.

D'une espèce à l'autre, la structure de la tige n'offre que de très légères différences. Dans la K. de Trilles, le cristarque

externe a la plupart de ses cellules dans la troisième assise corticale ; dans la K. longifoliée, il est rudimentaire, réduit à quelques cellules isolées. L'écorce, le liber et la région externe de la moelle ont quelquefois un grand nombre d'octaèdres d'oxalate de calcium (K. macrophylle, lancéolée, etc.). Dans la K. longifoliée et la K. de Lecomte, les grandes cellules à mucilage de l'écorce, plus nombreuses que partout ailleurs, sont disposées sur plusieurs rangs dans les sillons de la stèle. Le périderme épaissit et lignifie parfois les cellules du liège sur les faces tangentielles et celles du phelloderme sur les faces interne et latérales en forme d'**U** (K. de Trilles). Tardivement, il se fait quelquefois des nodules scléreux dans l'écorce et dans le liber secondaire (K. de Trilles, macrophylle, etc.).

4. *Structure de la feuille.* — La feuille prend à la stèle de la tige neuf méristèles, qui s'en séparent tout autour au nœud même ; la médiane, plus large, a trois faisceaux libéroligneux côte à côte, les autres un seul. La médiane et les voisines passent tout entières dans le pétiole ; les autres se divisent avant d'y entrer et laissent des branches qui montent dans les stipules.

Le pétiole a, comme la tige, un cristarque externe différencié dans la seconde assise corticale, plus ou moins discontinu, et plus ou moins renforcé en dedans, des cellules à gomme dans la zone moyenne et un cristarque interne dans l'endoderme. Les méristèles issues de la tige s'y unissent bord à bord en une courbe fermée, convexe en bas, plane en haut, entourant une moelle lignifiée à sa périphérie, cellulosique au centre, où elle renferme quelques très grandes cellules à mucilage, parfois réduites à une seule centrale.

Dans la bande supérieure plane de la courbe, le péricycle épaissit beaucoup sa zone interne parenchymateuse et y différencie de chaque côté de la ligne médiane, sous sa couche fibreuse, un faisceau cribrovasculaire, d'abord en forme d'anneau entourant une plage de parenchyme, dont l'arc inférieur est plus épais que le supérieur. Plus loin, ce dernier se réduit de plus en plus jusqu'à s'annuler et le faisceau est désormais bilatéral, formé d'un arc criblé en bas et d'un arc vasculaire en haut, inversement orienté donc par rapport à la bande libéro-

ligneuse sous-jacente. C'est sous cet aspect que la chose se présente d'ordinaire au sommet du pétiole, à la naissance du limbe, et qu'elle se continue ensuite dans la côte médiane, plus ou moins loin suivant les espèces. En un mot, on retrouve ici, mais beaucoup plus accusée, la remarquable anomalie signalée plus haut successivement dans chacun des trois autres genres.

Dans le limbe, le cristarque externe du pétiole se prolonge sur les deux faces de la côte médiane, mais en y devenant progressivement exodermique, tandis que le cristarque interne conserve sa situation dans l'endoderme. L'épiderme supérieur de la lame, dépourvu de stomates, est fortement gélifié sur la face interne dans nombre de ses cellules, dont les faces latérales sont ondulées. L'épiderme inférieur a aussi ses parois latérales ondulées, mais sans trace de gélification interne, et sans trace de papilles sur sa face externe ; les stomates y sont nombreux et munis de deux cellules annexes, parallèles à la fente. L'écorce est palissadique en haut, lacuneuse en bas, et les méristèles, entourées d'une gaine de fibres péridesmiques, sont de deux sortes, les plus grosses cloisonnantes, les autres plongées dans la couche lacuneuse, enveloppées toutes d'un cristarque endodermique.

Les stipules, comme aussi les trois écailles inférieures de chaque rameau feuillé, ont, avec un développement plus grand, la même structure que dans les Irvingies (p. 264). La troisième écaille du rameau, notamment, située au sommet du premier entre-nœud allongé, a, sous son épiderme externe, une ou deux assises corticales à membranes épaissies et lignifiées en U, mais sans octaèdres. Nombreuses et parallèles, les méristèles y ont leur faisceau entouré d'une épaisse gaine fibreuse péridesmique, qui les rend presque cloisonnantes; on en compte environ trente de chaque côté de la médiane. Entre elles, l'écorce renferme de très grandes cellules à mucilage. En un mot, cette écaille offre dans sa structure, comme les stipules, les meilleures conditions pour la protection du bourgeon qu'elle enveloppe.

Ainsi constituée, la structure de la feuille ne subit que quelques modifications suivant les espèces. Les plus importantes intéressent le pétiole et surtout les faisceaux cribrovasculaires surnuméraires que la bande supérieure de la courbe méristélique renferme dans son péricycle.

Pour fixer les idées, considérons partout le pétiole à son sommet, c'est-à-dire à la naissance du limbe. Dans la K. de Trilles, la couche méristélique n'est fermée en haut que par l'union des bords recourbés de la couche fibreuse du péricycle; le liber et le bois demeurent séparés. Dans l'épaisseur de chaque bord, le péricycle a un faisceau cribrovasculaire à région vasculaire supérieure, à région criblée inférieure, en un mot bilatéral, séparé du liber sous-jacent par une bande fibreuse, qui est la zone interne du péricycle. Dans les autres espèces, la courbe méristélique est fermée en haut par la fusion bord à bord du péricycle, du liber et du bois.

Dans la bande supérieure ainsi fusionnée, le péricycle renferme, de chaque côté de la ligne médiane, tantôt un faisceau cribrovasculaire bilatéral avec fibres sous-jacentes, comme dans la K. de Trilles (K. lancéolée), tantôt un faisceau plus large et encore annulaire, comme il l'est à la base, séparé du liber par du parenchyme péricyclique avec quelques fibres (K. du Gabon). Ailleurs, il ne renferme qu'un seul très large faisceau annulaire médian, séparé du liber par une couche de parenchyme (K. macrophylle), ou par une couche fibreuse (K. longifoliée); ou bien il contient côte à côte trois faisceaux annulaires, un médian et deux latéraux, séparés du liber par une couche fibreuse (K. latifoliée).

Quelle qu'en soit la disposition au sommet du pétiole, l'anomalie se prolonge dans la côte médiane du limbe et se retrouve d'ordinaire vers le milieu de sa longueur, tantôt à peine modifiée (K. de Trilles, latifoliée), tantôt plus ou moins simplifiée. Ainsi, au lieu d'un faisceau annulaire, on trouve à ce niveau, dans la K. du Gabon, trois faisceaux bilatéraux de chaque côté de la ligne médiane, avec couche fibreuse sous-jacente; au lieu d'un seul faisceau annulaire médian, occupant toute la largeur, la K. longifoliée a deux faisceaux annulaires côte à côte, avec fibres sous-jacentes, et la K. macrophylle en a cinq, devenus bilatéraux, plongés côte à côte dans la couche fibreuse.

On voit que c'est dans la K. longifoliée que l'anomalie de structure de la feuille conserve le plus longtemps son caractère primitif. Au contraire, c'est dans la K. lancéolée qu'elle disparaît le plus tôt, car, vers le milieu de sa longueur, la côte

médiane du limbe n'en offre déjà plus trace. Si l'on se rappelle que ce sont précisément les deux espèces qui se ressemblent le plus par la forme et la dimension des feuilles, on attachera quelque intérêt à cette remarque. C'est aussi dans la K. lancéolée que la lame offre dans son écorce la plus grande minceur et la plus grande homogénéité, la couche palissadique y faisant défaut, ce qui n'empêche pas les stomates d'être localisés, comme partout ailleurs, sur la face inférieure.

5. *Structure de la racine aérienne épineuse.* — Sur le tronc et les branches âgées, la K. épineuse produit tardivement des épines plus ou moins longues, simples ou ramifiées, comme il a été dit (p. 304). Elles n'ont été observées jusqu'à présent que dans cette espèce, qui leur doit son nom.

Sur des branches de 5 à 10 millimètres d'épaisseur, elles sont déjà bien développées, mesurant 1 à 2 centimètres de long, mais sont encore simples. Sur des branches plus grosses, elles sont plus épaisses, coniques, atteignent 3 centimètres de long, et portent 2 ou 3 rameaux à quelque distance du sommet.

La périphérie en est occupée par un périderme, formé par une assise périphérique de l'écorce, qui subsiste au-dessous. Le liège, assez épais, a ses parois minces; le phelloderme, réduit à une ou deux assises, épaissit et lignifie les siennes en forme d'U. Sous ce phelloderme, se voit un cristarque fréquemment interrompu. La zone moyenne de l'écorce est dépourvue de cellules à mucilage, mais offre çà et là quelques nodules scléreux. L'endoderme est différencié en un cristarque interne. La stèle offre, à sa périphérie, un péricycle fibroscléreux pareil à celui de la tige, au-dessous duquel un anneau de liber secondaire mou entoure un anneau plus épais de bois secondaire. Celui-ci, à son tour, enveloppe une large moelle à membranes lignifiées, dépourvue de cellules à mucilage et où l'on voit à la périphérie douze à quinze faisceaux vasculaires équidistants et centripètes. L'épine est donc bien une racine et ses ramifications sont bien des radicelles.

Ces racines aériennes ont, en commun avec les racines terrestres étudiées plus haut dans les Irvingies et les Irvingelles, mais que je n'ai pas encore pu analyser dans le genre actuel,

l'absence de cellules à mucilage dans l'écorce et dans la moelle. Mais, précisément parce qu'elles sont aériennes, elles en diffèrent, d'abord par la formation périphérique du périderme et la persistance de l'écorce, puis par la présence, dans cette écorce persistante, des deux cristarques que l'on y rencontre dans la tige et dans la feuille. Le même besoin de protection contre l'ardeur du soleil provoque donc ici la formation de la même cuirasse, et ce serait là, s'il en était besoin, une preuve nouvelle du rôle protecteur joué par le cristarque.

Dans son travail sur les Simarubacées, cité plus haut, M. Jadin a fait, en 1901, une étude sommaire de la tige et de la feuille des Klainedoxes, d'après les échantillons de trois espèces, dont deux inédites, que lui a communiqués M. Pierre (K. du Gabon, macrophylle, longifoliée) (1). Il y a retrouvé, dans l'écorce et la moelle, les grandes cellules à mucilage signalées par moi dans les Irvingies dès 1885, mais le cristarque lui a échappé. Il n'a pas davantage remarqué, dans la bande supérieure de la courbe méristélique du pétiole, les faisceaux cribrovasculaires péricycliques, déjà signalés dans la K. du Gabon par M. Pierre en 1896 (2). En outre, comme on l'a vu plus haut chez les Irvingies, la gélification de l'épiderme supérieur du limbe a été, ici aussi, méconnue comme telle et regardée comme un cloisonnement tangentiel séparant en dedans un « hypoderme ». Enfin, les stomates y sont décrits comme ayant quatre cellules annexes, alors qu'ils n'en ont que deux.

6. *Organisation florale.* — L'inflorescence est exclusivement terminale.

Au-dessus de la dernière feuille, le pédoncule produit une branche à sa base même et deux autres un peu plus haut ; la première seule porte à quelque distance une branche de second ordre. Après quoi le pédoncule, les trois branches primaires et la branche secondaire, qui sont marqués de cinq côtes, produisent tout du long, échelonnées sur chacune d'elles en disposition 2/5, à l'aisselle de petites bractées persistantes, munies chacune de deux dents latérales stipulaires, un grand

(1) Jadin, *loc. cit.*, p. 290, fig. 44-48, 1901.
(2) Pierre, *loc. cit.*, p. 1234 et p. 1235, 1896.

nombre de pédicelles. L'ensemble constitue donc une grappe composée à trois degrés, au moins à la base, c'est-à-dire une panicule digitée, plus courte que les feuilles. Par cette inflorescence exclusivement terminale, à pédicelles espacés et solitaires, les Klainedoxes ressemblent aux Irvingelles et diffèrent à la fois des Irvingies et des Desbordésies.

Portée par un pédicelle sans bractées propres, la fleur offre la même constitution que chez les Irvingies, avec la même préfloraison quinconciale pour le calice, cochléaire pour la corolle (1), mais avec trois différences. Le calice a ses sépales libres jusqu'à la base : il paraît complètement dialysépale. Le gynophore nectarifère se relève en un disque cupuliforme, à épiderme papilleux, autour de la base de l'ovaire, qu'il enveloppe dans la moitié de sa hauteur en s'appliquant à sa surface ; il est toutefois dépourvu de ces fascicules vasculaires qu'on y a signalés chez les Desbordésies. Mais surtout le pistil est pentamère, à carpelles épisépales, comme il convient dans une fleur à androcée directement diplostémone. La fleur est donc ici pentamère dans ses cinq verticilles, et sa composition peut être représentée par la formule : $F = 5S + 5P + 5E + 5E' + 5C$.

L'ovaire, ovoïde et à cinq loges, est surmonté d'un style simple, de même longueur, tortillé dans le bouton, renflé au sommet en tête stigmatique. Sa paroi externe a de grandes cellules à mucilage ; sa région centrale, où s'unissent les cloisons, a un cercle de méristèles inversement orientées.

Chaque loge renferme, attaché tout en haut de l'angle interne, un ovule anatrope pendant à raphé ventral, hyponaste, par conséquent, composé d'un nucelle persistant et de deux téguments. L'externe n'a que deux assises, en dehors du raphé, l'extérieure formée de cellules plus grandes, l'intérieure de cellules plus petites et plates. L'interne a aussi deux assises, l'extérieure formée de très petites cellules, l'intérieure de grandes cellules dédoublées chacune par une cloison tangentielle. Au-dessus du micropyle, le funicule forme une protubérance,

(1) M. Pierre dit la préfloraison du calice imbriquée (*loc. cit.*, p. 1235), mais passe sous silence celle de la corolle, que M. Engler dit également imbriquée (*loc. cit.*, p. 227). Il y a là une double erreur et la remarque faite plus haut (p. 268) à ce sujet chez les Irvingies s'applique également au genre actuel.

de la face inférieure de laquelle se détache une sorte de bouchon qui s'enfonce dans le micropyle et qui conduit le tube pollinique au nucelle, disposition déjà constatée plus haut chez les Irvingies (p. 269) et retrouvée chez les Desbordésies (p. 296).

7. *Fruit et graine.* — En se transformant en fruit, le pistil développe toujours également bien ses cinq carpelles et le fruit est, en conséquence, plus ou moins fortement quinquélobé en dehors et quinquéloculaire en dedans. D'ordinaire chaque loge renferme une graine, mais il arrive assez souvent qu'une ou plusieurs graines avortent et que la cavité correspondante soit remplacée par une fente, sans que la forme extérieure du fruit en soit altérée dans sa symétrie, même lorsque quatre graines avortent sur cinq. C'est aussi de cette manière que les choses se passent dans les Desbordésies, comme on l'a vu (p. 296), tandis qu'il en est tout autrement dans les Irvingies et Irvingelles.

Malgré le grand nombre de ses fleurs, l'inflorescence ne conduit d'ordinaire à maturité qu'un seul de ses fruits, situé dans sa région inférieure. Comme dans les trois autres genres et pour la même raison, les fruits mûrs sont donc solitaires. Chacun d'eux est une drupe, attachée par un court pédicelle au sommet d'une branche feuillée.

Le péricarpe mûr, qui est vert clair à l'état frais dans la K. de Dybowski, est formé, en effet, de trois couches. L'externe, ou exocarpe, est mince, noirâtre et durcie par la dessiccation ; sous l'épiderme très fortement cutinisé, elle se compose de cellules toutes semblables à membranes minces et cellulosiques, à contenu brun, et renferme dans sa zone interne les méristèles de l'ovaire. L'interne, ou endocarpe, épaisse, jaunâtre, très dure et formée exclusivement de longues cellules scléreuses, disposées comme dans les Irvingies en deux sortes de faisceaux enchevêtrés, enveloppe chaque loge d'un noyau très résistant, jaunâtre et strié de blanc ; elle envahit aussi d'ordinaire toute la région centrale en réunissant les cinq noyaux en un noyau unique étoilé, à cinq branches renflées, contenant chacune une graine. La moyenne, ou mésocarpe, qui sépare les branches du noyau, latéralement l'une de l'autre et extérieurement de l'exocarpe, est molle, roussâtre, formée

en grande partie, à l'état frais, de très nombreuses et très grandes cellules à mucilage ; elle est traversée par des filets rigides émanés de la périphérie du noyau et rayonnant vers l'extérieur, qui sont de deux sortes et disposés comme il a été dit plus haut dans les Irvingies (p. 271). A l'état frais, le mésocarpe a déjà une tendance à se séparer par une fente radiale au milieu de chaque cloison. Par la dessiccation, cette fente s'élargit de plus en plus et les cinq branches du noyau se trouvent séparées par autant de lacunes pleines d'air.

D'ordinaire, notamment dans la K. du Gabon, chaque branche du noyau, étroite à sa base interne où elle conflue avec les autres, en se renflant en dehors autour de la loge, s'épaissit beaucoup le long de trois arêtes, une externe et deux latérales, se trifurque, pour ainsi dire, et forme ainsi trois ailes, qui s'enfoncent dans le mésocarpe, jusqu'à en atteindre parfois la limite externe.

Muni d'un péricarpe ainsi conformé, le fruit est une drupe dont l'exocarpe et le mésocarpe forment ensemble la pulpe, d'ailleurs assez mince, et dont le noyau unique, étoilé à cinq branches renflées et trifurquées, renferme normalement une graine dans chaque branche. Il n'est pas rare pourtant qu'une ou plusieurs des cinq graines avortent ; la loge correspondante est alors réduite à une fente étroite, sans que la forme et la dimension de la branche, et par conséquent la forme et la dimension du fruit total, en soient changées.

Dans les quelques espèces où il est connu, le fruit subit, dans sa forme, sa dimension et sa structure, diverses modifications intéressantes qui peuvent et doivent être utilisées dans leur définition.

Celui de la K. du Gabon est remarquable par les côtes fortement saillantes qui marquent le dos des loges, séparées par des sillons profonds correspondant aux cloisons. Il n'a parfois que quatre côtes; c'est lorsque la fleur était tétramère. Il est surbaissé et mesure en travers 4^{cm},5 d'une côte à l'autre, 3 centimètres d'un sillon à l'autre, en hauteur 3 centimètres.

Celui de la K. épineuse, muni aussi de côtes saillantes, est plus petit, ne mesurant que 3 centimètres de large et 2^{cm},5 de haut. Celui de la K. de Trilles, également côtelé, est encore plus petit.

Dans la K. macrocarpe, il est discoïde, sans côtes, mais à cinq larges lobes, séparés par cinq sillons peu profonds ;il est aussi plus grand, mesurant 8 centimètres de large sur $3^{cm},5$ de haut. Les noyaux, moins minces en dedans, ont leurs grosses ailes latérales moins saillantes et l'aile externe y est séparée de l'exocarpe par une couche pulpeuse.

Dans la K. sphérocarpe, il est sphérique, à surface unie, sans côtes, ni lobes, ni sillons, et mesure 3 à 4 centimètres de diamètre. Les cinq noyaux, trifurqués en dehors, ne sont pas amincis en dedans, mais largement confondus dans la région centrale en un noyau unique.

Dans la K. de Dybowski, il est discoïde, mesure 5 centimètres de diamètre sur 3 centimètres de hauteur et les cinq noyaux y sont libres au centre, les minces ailes rayonnantes internes ne s'y rejoignant pas.

Dans la K. tripyrène, il est plus petit ne mesurant que 3 centimètres de diamètre ; il n'a que trois noyaux, parce que le pistil y est trimère, et ces noyaux, qui ont aussi quatre ailes, sont entièrement libres, les minces ailes internes ne se rejoignant pas.

La graine ovale, aplatie, comme la loge qui la renferme, dans le sens du rayon, a un tégument mince, noir et luisant. Entre les deux épidermes dont l'externe a ses cellules fortement cutinisées en dehors et gélifiées en dedans et sur les côtés, il est formé par une couche hyaline de cellules à parois minces, allongées tangentiellement, comptant une douzaine d'assises. Vers le milieu de cette couche, se trouve une assise fortement différenciée, dont les petites cellules ont épaissi et lignifié leur membrane en forme de diapason ouvert en dehors ; elle paraît provenir de l'épiderme externe du tégument ovulaire interne. Comme chez les Desbordésies, le tégument est dépourvu de méristèles autres que celle du raphé, qui ne se ramifie pas.

L'embryon est droit à larges cotyles planes, où l'écorce, riche en huile et en aleurone sans trace d'amidon, est entièrement dépourvue de ces grandes cellules à mucilage qui y abondent dans les trois genres précédents. Les cotyles sont situées de part et d'autre du plan de symétrie du tégument, ce qui rend, ici aussi, l'embryon accombant au raphé.

Entre l'embryon et le tégument, on observe, dans la graine

mûre, une couche d'albumen, oléagineux et aleurique sans trace d'amidon, qui l'enveloppe tout entier, aussi bien sur le bord que sur le dos, et qui est plus épaisse que dans les Irvingelles et surtout que dans les Desbordésies, car elle dépasse souvent l'épaisseur des deux cotyles réunies.

Je n'ai pas pu jusqu'à présent observer ni la germination de cette graine, ni la conformation de la plantule qui en provient.

8. *Comparaison du genre Klainedoxe avec les trois genres précédents.* — Des trois genres précédents, le genre Klainedoxe diffère par la très grande longueur des stipules, par la dialysépalie du calice, mais surtout par la pentamérie du pistil, par la conformation du fruit qui en résulte, par la structure du tégument de la graine et par l'absence de cellules à mucilage dans l'embryon. Par là, il se distingue de ces trois genres ensemble plus fortement que ceux-ci entre eux, point sur lequel on reviendra tout à l'heure.

Des Irvingies, il diffère, en outre, par la non-gélification de l'épiderme inférieur de la feuille, par l'inflorescence terminale à fleurs espacées en grappes, par le disque hypogyne cupuliforme et papilleux, par l'absence de méristèles autres que celle du raphé dans le tégument de la graine et par la présence d'un albumen autour de l'embryon.

Des Irvingelles, il ne s'éloigne, en outre, que par le luisant de la face inférieure de la feuille, dont l'épiderme ne prolonge pas ses cellules en papilles et par l'absence de méristèles autres que celle du raphé dans le tégument séminal. Pistil et fruit à part, c'est de ce genre qu'il se rapproche le plus.

Des Desbordésies, enfin, il se sépare, en outre, par l'absence de papilles à l'épiderme inférieur de la feuille, par l'inflorescence exclusivement terminale avec fleurs espacées en grappes, et par le disque appliqué sur l'ovaire et dépourvu de fascicules vasculaires.

5. Famille des **IRVINGIACÉES**.

Composée actuellement de ces quatre genres avec quarante-cinq espèces, au lieu des trois genres avec six espèces seulement qu'elle comptait avant le présent travail, la famille des

Irvingiacées sera définie par l'ensemble des caractères qui sont communs à tous ses membres et qu'il convient de résumer ici.

Ce sont de grands arbres, entièrement glabres, à rameaux côtelés et annelés à chaque nœud. Les feuilles sont caduques, isolées distiques, simples, à stipules libres et inégales, l'une équitante, l'autre enroulée autour du bourgeon terminal, qu'elles protègent après l'épanouissement de la feuille et dont elles ne se détachent qu'à la reprise de la croissance, en laissant une cicatrice annulaire. Elles sont pétiolées, à pétiole canaliculé, à limbe ovale, légèrement dissymétrique à la base, entier, penninerve à nervures visibles sur les deux faces.

La tige et le pétiole ont un cristarque à octaèdres dans la seconde assise de l'écorce, un rang de grandes cellules à mucilage dans la zone moyenne et un second cristarque à octaèdres dans l'endoderme ; leur stèle ou courbe méristélique fermée à un anneau fibroscléreux péricyclique ou péridesmique ; sa moelle, lignifiée à la périphérie, renferme dans sa région centrale cellulosique de grandes cellules à mucilage. La feuille prend à la stèle de la tige de nombreuses méristèles, séparées tout autour au nœud même, qui s'unissent dans le pétiole en une courbe fermée, contenant dans l'épaisseur du péricycle de sa région supérieure deux faisceaux cribrovasculaires inverses. Le limbe gélifie son épiderme supérieur. Le périderme est exodermique.

La racine n'a de cellules à mucilage ni dans son écorce ni dans sa moelle, qui est large, à nombreux faisceaux.

L'inflorescence est une panicule, diversement conformée et située.

La fleur est hermaphrodite, actinomorphe, pentamère, à calice quinconcial persistant, à corolle dialypétale cochléaire caduque, à androcée dialystémone et directement diplostémone, avec anthères dorsifixes à quatre sacs s'ouvrant en long, à pistil supère formé de carpelles fermés et concrescents dans toute leur longueur, uniovulés avec ovule anatrope pendant à raphé ventral, c'est-à-dire hyponaste, perpariété, bitegminé, dipore, muni d'un appareil conducteur pour le tube pollinique.

Dans le fruit, qui est indéhiscent, la graine a, sous son tégument, un embryon droit, accombant, à larges cotyles planes.

Ce qui varie suivant les genres et sert à les définir, c'est, à part la longueur des stipules, l'aspect luisant ou mat de la face inférieure de la feuille, dû à l'absence ou à la présence de papilles à l'épiderme de cette face; c'est la disposition, cloisonnante ou non, des méristèles dans le limbe, dont l'épiderme inférieur peut se gélifier ou non; c'est l'inflorescence, terminale, ou axillaire, ou les deux à la fois, à fleurs échelonnées en grappes ou rapprochées en ombelles; c'est le calice, ordinairement quelque peu gamosépale, parfois tout à fait dialysépale; c'est le gynophore, d'ordinaire muni d'un disque cupuliforme papilleux, avec ou sans fascicules vasculaires, dont il est parfois dépourvu; c'est le pistil, le plus souvent dimère, parfois pentamère; c'est le fruit, qui est le plus souvent une drupe, tantôt avec une seule graine, tantôt avec autant de graines que de carpelles, parfois une samare uniséminée; c'est la graine, dont le tégument est tantôt muni, tantôt dépourvu de méristèles autres que celle du raphé, qui a le plus souvent un albumen, quelquefois pas, dont l'embryon a ses cotyles tantôt pourvues, tantôt dépourvues de cellules à mucilage; c'est, enfin, la germination, qui est tantôt hypogée, tantôt épigée.

A elle seule, la graine suffirait déjà, par ses modifications, à distinguer les quatre genres. Si le raphé est ramifié, sans albumen, c'est une Irvingie, avec albumen, une Irvingelle; si le raphé est simple, avec cellules à mucilage dans l'embryon, c'est une Desbordésie, sans cellules à mucilage dans l'embryon, c'est une Klainedoxe.

A elle seule aussi, l'extrémité d'un rameau feuillé permettrait la même distinction. Si la face inférieure de la feuille est luisante, avec gaine stipulaire de moyenne longueur, c'est une Irvingie, avec gaine stipulaire très longue, c'est une Klainedoxe. Si la face inférieure de la feuille est mate, avec gaine stipulaire de moyenne longueur, c'est une Irvingelle, avec gaine stipulaire très courte, c'est une Desbordésie.

De tous ces caractères variables, le plus important est fourni par le pistil, qui est tantôt dimère à carpelles antéro-postérieurs, tantôt pentamère à carpelles épisépales dont un postérieur. D'après lui, les quatre genres peuvent être groupés en deux tribus: les *Irvingiées*, à pistil dimère, avec trois genres,

et les *Klainedoxées*, à pistil pentamère, avec un seul. Ce groupement paraît préférable à celui qu'on pourrait tirer aussi de la conformation du fruit, qui est tantôt une drupe, dans trois genres, tantôt une samare, dans un seul.

Le tableau suivant résume cette subdivision de la famille en deux tribus et la définition de chaque genre dans sa tribu :

IRVINGIACÉES. Pistil
- dimère. IRVINGIÉES.
  - Drupe à une graine
    - inalbuminée. Inflorescence axillaire à fleurs en ombelles. Épiderme inférieur lisse .... *Irvingie.*
    - albuminée. Inflorescence terminale à fleurs solitaires. Épiderme inférieur papilleux.... *Irvingelle.*
  - Samare à une graine albuminée .... *Desbordésie.*
- pentamère. KLAINEDOXÉES. — Drupe à cinq graines albuminées .... *Klainedoxe.*

Toutes ces plantes sont tropicales. Trois des genres : Irvingie, Desbordésie et Klainedoxe, avec 35 espèces, croissent exclusivement en Afrique occidentale. Le quatrième, Irvingelle, se partage, mais inégalement, entre l'Afrique occidentale et l'Asie centrale, ayant sept espèces dans la première région et trois seulement dans la seconde, distribution singulière qui lui donne un grand intérêt pour la Géographie botanique.

A la famille ainsi constituée, quelle place convient-il d'attribuer dans la Classification des Dicotyles? C'est la dernière question que nous ayons à résoudre.

L'ovule y étant perpariété bitegminé, c'est dans l'ordre, défini par là, des Perpariétées bitegminées, ou Renonculinées, qu'elle vient prendre place. Cet ordre est immense et comprend, comme on sait, 14 alliances (1). La corolle étant ici dialypétale, le pistil libre et l'androcée diplostémone, c'est à l'alliance des Géraniales, définie par la réunion de ces trois caractères, que notre famille se rattache. Cette alliance, très nombreuse, ne comprend pas moins de 30 familles distinctes. Par leur carpelle uniovulé avec ovule hyponaste, les Irvingiacées se distinguent aussitôt de toutes ces familles, à l'exception d'une

(1) Ph. van Tieghem, *L'œuf des plantes considéré comme base de leur classification* (Ann. des Sc. nat., 8e série, Bot., XIV, p. 327, 1901).

seule, les Simarubacées. En sorte que, si l'on voulait établir dans cette alliance une subdivision fondée sur la conformation du carpelle, cette subdivision comprendrait ces deux familles, et elles seulement (1).

On est ramené ainsi bien près de la manière de voir adoptée par les botanistes jusque dans ces derniers temps, comme il a été dit au début de ce travail (p. 247). Mais c'est pour s'en écarter aussitôt considérablement. Par le corps végétatif, en effet, notamment par les si remarquables stipules qui les font reconnaître à première vue, le double cristarque de l'écorce, les cellules à mucilage de l'écorce et de la moelle, les faisceaux cribrovasculaires péricycliques de la courbe méristélique du pétiole, l'absence complète de canaux sécréteurs ; et tout autant par la fleur, notamment la diplostémonie directe, la concrescence des carpelles et la présence tout au moins très fréquente (dans 3 genres sur 4) d'un albumen dans la graine, la famille des Irvingiacées s'éloigne beaucoup de celle des Simarubacées.

Si c'est là, comme il paraît, sa plus proche voisine, c'est seulement la preuve qu'elle occupe, dans l'alliance des Géraniales, une place tout à fait à part, et c'est aussi ce qui lui donne un grand intérêt au point de vue de la Science générale.

(1) Chez les Anacardiacées aussi, le carpelle est uniovulé à ovule anatrope pendant, mais l'ovule est à raphé dorsal, c'est-à-dire épinaste, ce qui, contrairement à l'opinion de M. Pierre, rappelée au début (p. 248), éloigne beaucoup cette famille de celle des Irvingiacées.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

TABLE DES FIGURES DANS LE TEXTE

CONTENUES DANS CE CAHIER

CORBEIL. Imprimerie ED. CRÉTÉ.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME I. — N° 6.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1905

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ÉTRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en octobre 1905.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série et le tome I de la Neuvième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. EDMOND PERRIER.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XVIII sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume .... 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles*.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies),	30 vol.	(*Rare*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SEPTIÈME SÉRIE (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

SUR LES RHAPTOPÉTALACÉES

Par PH. VAN TIEGHEM.

Mann a récolté en 1862, à Fernando-Po, des échantillons d'un arbre où M. Oliver a reconnu le type d'un genre nouveau, qu'il a décrit et figuré en 1864, sous le nom de Rhaptopétale (*Rhaptopetalum*) : c'est le R. coriace (*R. coriaceum* Oliver) (1). Il l'a incorporé à la famille des Olacacées.

D'après des échantillons d'un arbre découvert par Thollon au Congo français, Baillon a décrit en 1886 le genre nouveau Brazzeier (*Brazzeia*), en nommant l'espèce B. du Congo (*B. congoensis* Baillon) (2). Il l'a classé dans la famille des Tiliacées.

Un peu plus tard, en 1890, le même botaniste, d'après des échantillons récoltés aussi au Congo français, au bord de l'Oubangui, par le même collecteur, a créé le genre Oubanguier (*Oubanguia*), en nommant l'espèce O. d'Afrique (*O. africana* Baillon) (3). Il l'a classé aussi dans la famille des Tiliacées et l'a regardé comme établissant des relations étroites entre les Tiliacées et les Dipt´rocarpacées. Cette place lui a été conservée en 1897 par M. Schumann (4).

Plus récemment, en 1896, M. Pierre, ayant reçu du P. Klaine les échantillons d'un arbre qui croît aux environs de Libreville, au Gabon, y a reconnu le type d'un genre nouveau, qu'il a nommé Scytopétale (*Scytopetalum*) : c'est le Sc. de Klaine

(1) Oliver, *Journal of the Linnean Society*, VIII, pl. XII, p. 159, 1864.
(2) Baillon, *Bull. de la Soc. Linnéenne de Paris*, p. 609, 1886.
(3) Baillon, *Ibid.*, p. 869, 1890.
(4) Dans Engler et Prantl, *Nat. Pflanzenfam.*, Nachträge zu II-IV, p. 233, 1897.

(*Sc. Klaineanum* Pierre), dont il a distribué aussitôt les dessins et les échantillons aux principaux Herbiers publics. A l'aide de ces matériaux et des notes de son Herbier que lui a communiquées M. Pierre, M. Engler a publié en 1897, en l'accompagnant de figures, la description de ce genre (1).

La même année, sur d'autres échantillons envoyés du Gabon par le P. Klaine, M. Pierre a cru pouvoir établir le nouveau genre Érythropyxide (*Erythropyxis*), en nommant l'espèce É. grimpante (*E. scandens* Pierre) (2). On verra, par la suite de ce travail, que ce genre se confond avec le Brazzeier de Baillon.

Enfin, plus récemment, toujours d'après des échantillons récoltés au Gabon par le P. Klaine, M. Pierre a cru pouvoir créer le genre nouveau Égassée (*Egassea*), en nommant l'espèce É. laurifoliée (*E. laurifolia* Pierre). D'après les notes, dessins et échantillons de son Herbier, que lui a communiqués M. Pierre, M. De Wildeman a publié, en 1903, en l'accompagnant de figures, la description de ce prétendu genre (3). On verra tout à l'heure qu'il se confond avec l'Oubanguier de Baillon.

Ce sont ces six genres, ainsi réduits à quatre, unis entre eux par d'étroites affinités, que l'on se propose d'étudier dans le présent travail.

D'après M. Oliver, les Rhaptopétales seraient des Olacacées. Qu'ils ne puissent à aucun degré, malgré une certaine ressemblance de port, être incorporés à cette famille, c'est ce que j'ai montré dès 1896, en établissant la nécessité de son démembrement (4).

D'après Baillon, les Brazzeiers et les Oubanguiers seraient des Tiliacées.

Dans l'opinion de M. Pierre, consignée dans les notes et dessins de son Herbier, les genres Rhaptopétale, Scytopétale et Brazzeier constitueraient une famille distincte, les *Rhaptopétalacées*, et je suis arrivé de mon côté à la même manière de

(1) Engler, *Nat. Pflanzenfam.*, Nachträge zu II-IV, p. 242, fig. 51 *a*, 1897.

(2) Pierre, *Bull. de la Soc. Linn. de Paris*, p. 1265, 1896.

(3) De Wildeman, *Étude de Systématique sur la flore du Bas et du Moyen Congo*, I, p. 31, pl. XVII, 1903.

(4) Ph. van Tieghem, *Sur les Phanérogames à ovules sans nucelle formant le groupe des Innucellées ou Santalinées* (Bull. de la Soc. bot., XLIII, p. 566, 1896).

voir, en publiant ce nom de famille dès 1896 (1). Cette opinion a été admise bientôt après, en 1897, du moins en ce qui concerne les deux premiers genres, seuls connus de lui, par M. Engler, qui a cru pouvoir, contrairement aux règles, changer ce nom en celui de Scytopétalacées (2). Mais, tandis que M. Pierre place cette famille à côté des Théacées, M. Engler préfère la classer à côté des Malvacées, tout en reconnaissant que cette situation ne lui paraît pas définitive.

L'étude de la conformation externe et de la structure de la tige, de la feuille, de la fleur, du fruit et de la graine dans les diverses espèces de ces quatre genres, que j'ai pu examiner toutes sur les exemplaires originaux, va nous permettre d'abord de démontrer que, ne pouvant être incorporés à aucune autre famille, ils sont bien les membres d'une famille autonome, puis de rechercher quelle place il convient d'attribuer à cette nouvelle famille dans la Classification.

Pour mettre de l'ordre dans notre exposé, remarquons d'abord que, d'après l'inflorescence, dont les fleurs naissent tantôt à l'extrémité des rameaux feuillés ou à l'aisselle de leurs feuilles, tantôt tardivement n'importe où et par voie endogène sur le tronc et les branches âgées, d'après la conformation de la corolle dans le bouton, tantôt sillonnée en long, tantôt sans sillons, d'après la déhiscence des anthères, tantôt longitudinale, tantôt poricide, d'après la conformation du pistil, dont les carpelles sont tantôt biovulés, tantôt multiovulés, et d'après le fruit, qui est tantôt toujours uniséminé à graine sans tunique, tantôt uniséminé ou pluriséminé à graines pourvues d'une tunique filamenteuse, les quatre genres se groupent, deux par deux, en deux tribus : les *Oubanguiées* et les *Rhaptopétalées*.

Dans la première, avec une grappe composée, une capsule loculicide et un albumen entier, c'est le genre Oubanguier; avec une grappe simple, une drupe et un albumen ruminé, c'est le genre Scytopétale. Dans la seconde, avec un ovaire supère, une capsule loculicide pluriséminée et un albumen entier, c'est le genre Brazzeier; avec un ovaire semi-infère, une

(1) *Loc. cit.*, p. 566, 1896.
(2) *Loc. cit.*, p. 242, 1897.

drupe uniséminée et un albumen ruminé, c'est le genre Rhaptopétale.

Le tableau suivant résume cette caractérisation sommaire des quatre genres et leur groupement en deux tribus :

Fleurs	terminales ou axillaires. Corolle sillonnée. Anthères à déhiscence longitudinale. Carpelles biovulés. Fruit uniséminé. Graine sans tunique. OUBANGUIÉES.	Grappe	composée. Capsule loculicide. Albumen entier....	*Oubanguier.*
			simple. Drupe. Albumen ruminé..................	*Scytopétale.*
	endogènes sur les branches âgées. Corolle sans sillons. Anthères à déhiscence oporicide. Carpelles pluriovulés. Fruit uni-ou pluriséminé. Graine tuniquée. RHAPTOPÉTALÉES.	Ovaire	supère. Capsule loculicide pluriséminée. Albumen entier....................	*Brazzeier.*
			semi-infère. Drupe uniséminée. Albumen ruminé.	*Rhaptopétale.*

Aux quelques caractères différentiels externes mentionnés dans ce tableau, la suite de cette étude en ajoutera plusieurs autres, les uns tirés de la conformation extérieure, les autres de la structure, de manière à compléter la définition, seulement esquissée ici, des genres et des tribus.

I

TRIBU DES OUBANGUIÉES

Fleurs en grappe terminale et axillaire. Corolle sillonnée. Anthères à déhiscence longitudinale. Pistil à carpelles biovulés. Fruit uniséminé. Graine sans tunique.

1. Genre **OUBANGUIER**.

Grappe composée à deux degrés. Capsule loculicide. Albumen entier.

1. *Type du genre.* — Thollon a récolté, en mai 1889, au Congo français, au bord de l'Oubangui, des rameaux feuillés et

florifères (sans numéro) d'un arbre que Baillon a décrit l'année suivante comme type d'un genre nouveau, sous le nom d'Oubanguier (*Oubanguia*) : c'est l'O. d'Afrique (*O. africana* Baillon) (1). Comme point de départ, j'en transcris ici la description :

« Les feuilles sont alternes, distiques, à peine pétiolées, lancéolées, acuminées, entières, coriaces et glabres. Les inflorescences sont des grappes lâches, composées, terminant les rameaux ou occupant l'aisselle des feuilles supérieures. Le calice coriace a la forme d'une petite cupule à bord entier. La corolle est formée de cinq à huit pétales valvaires, inégaux en largeur, sessiles, acuminés, avec une petite pointe rentrante au sommet. Les étamines sont très nombreuses et groupées en autant de faisceaux qu'il y a de pétales ; mais elles ne sont guère monadelphes et ne se trouvent unies que tout à fait à leur base. Les anthères sont courtes, biloculaires et introrses. L'ovaire, sessile au fond du calice, a la forme d'un petit dôme, que surmonte un style entier à sommet stigmatifère tronqué ; le nombre de ses loges est de trois à cinq, souvent quatre, et il y a dans chaque loge deux ovules collatéraux, descendants et anatropes. »

Les échantillons n'en portant pas, le fruit et la graine devaient nécessairement demeurer inconnus. Mais la description laisse bien d'autres lacunes, qui auraient pu facilement être comblées.

Elle ne signale, en effet, ni la remarquable conformation du rameau, ni l'absence de stipules, ni l'inégale largeur des deux moitiés du limbe à sa base, ni sa couleur, qui est pâle, ni sa nervation, qui est pennée avec nervures latérales visibles seulement en bas, espacées, remontant et s'unissant en arcades non loin du bord, ni sa dimension, qui mesure 9 à 10 centimètres de long, dont 15 millimètres pour la pointe qui le prolonge, sur 3 à 4 centimètres de large. Elle n'indique pas davantage ni le degré de composition de la grappe, dont le pédoncule ne se ramifie que deux fois, mais dont les rameaux de second ordre portent une ou deux bractées attestant la possibilité d'une troisième ramification, ni la courte pubescence qui en couvre toutes les parties, ni la forme excavée du stigmate, ni le sens de l'anatropie des ovules qui, ayant le raphé dorsal, sont épinastes.

En outre, elle offre plusieurs inexactitudes. Le bord du limbe

(1) Baillon, *loc. cit.*, p. 869, 1890.

n'est pas entier, mais faiblement crénelé; les pétales, dont le nombre n'est jamais de cinq, mais varie entre six et huit, ne sont pas libres et valvaires, mais concrescents tout du long; les étamines ne sont pas « groupées en autant de faisceaux qu'il y a de pétales », mais réparties uniformément autour de l'axe.

On reviendra plus loin sur tous ces points; il suffit ici d'avoir, autant que possible, en l'absence persistante du fruit et de la graine, complété et rectifié les caractères de cette espèce, qui est le type du genre.

2. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Le P. Klaine a trouvé aux environs de Libreville, au Gabon, en 1900, des rameaux feuillés, florifères en septembre (n° 404 et n° 1925), fructifères en décembre (n° 2042), d'un arbre de 12 à 15 mètres à fleurs jaunes.

Comparée à l'O d'Afrique, cette plante se montre certainement du même genre. Mais elle y constitue une espèce bien distincte, notamment par ses feuilles un peu plus grandes, mesurant 10 à 12 centimètres de long sur 4 à $4^{cm},5$ de large, moins brièvement pétiolées, moins coriaces, plus ovales, plus vertes, à nervures latérales visibles en creux sur la face supérieure, par ses grappes plus longues et doublement composées, à rameaux de troisième ordre dépourvus de bractées et par ses fleurs un peu plus grandes, jaunes, à calice marqué de petites dents blanches alternes aux pétales, à corolle non pointue au sommet dans le bouton, formée de pétales plus nombreux, variant de huit à douze, plus étroits, moins inégaux en largeur, séparés par de fines lignes blanches en saillie et non par des sillons élargis au milieu en forme de boutonnières.

Aussi est-ce seulement parce qu'il ne connaissait alors l'O. d'Afrique que par la description de Baillon, citée plus haut, incomplète et en plusieurs point erronée, comme on l'a vu, que M. Pierre, en étudiant la plante du P. Klaine, a cru y voir le type d'un genre nouveau, qu'il a nommé Égassée (*Egassea*), en appelant l'espèce É. laurifoliée (*E. laurifolia* Pierre). Publié en 1903 par M. De Wildeman, comme il a été dit plus haut, ce genre doit donc être supprimé comme tel et relégué aux synonymes. Quant à l'espèce, elle sera nommée désormais O. lauri-

folié (*O. laurifolia* (Pierre) v. T.). Par elle, puisque la description qui en a été publiée comme Égassée s'étend à ces deux parties, on se trouve connaître maintenant le fruit et la graine des Oubanguiers, non encore observés jusqu'ici dans l'O. d'Afrique.

Thollon a récolté à N'Djolé, au Congo français, en décembre 1895, sous le même n° 32, des rameaux feuillés de deux arbres appartenant à ce genre et y constituant deux espèces, distinctes des deux précédentes et entre elles.

Les uns, pourvus de fleurs, mais sans fruits, ont des feuilles assez grandes, largement ovales, arrondies à la base, prolongées d'ordinaire en longue pointe au sommet, à bord muni de petites dents espacées, très coriaces, à nervures latérales à peine visibles en haut, mesurant 12 à 14 centimètres de long, dont 5 millimètres pour le pétiole et 12 à 15 millimètres pour la pointe, sur 6 centimètres de large. La grappe, aussi longue que la feuille, n'est composée qu'une seule fois, les branches de premier ordre ne portant que deux ou trois rameaux de second ordre ; mais, dans la région inférieure, plusieurs de ceux-ci ont une ou deux bractées, attestant la possibilité d'une troisième ramification. En un mot, la grappe est, comme dans l'O. d'Afrique, virtuellement composée à deux degrés, tandis qu'elle l'est réellement dans l'O. laurifolié. Çà et là, sous une branche primaire, la bractée se développe en une petite feuille. La fleur, qui est jaune rouille, comme dans l'O. laurifolié, mais encore un peu plus grande, n'a pourtant que sept pétales, parfois six, de largeur très inégale, séparés dans le bouton par autant d'étroits sillons, comme dans l'O. d'Afrique. Le style, qui persiste sur l'ovaire, est plus long que dans l'O. d'Afrique, mesurant 7 millimètres, au lieu de 4 millimètres. Par tous ces caractères, cette espèce se distingue nettement des deux premières : ce sera l'O. de Thollon (*O. Tholloni* v. T.).

Les autres, pourvus à la fois de fleurs et de fruits, ont des feuilles beaucoup plus petites, ordinairement repliées en deux suivant la nervure médiane après dessiccation, mesurant seulement 4 à 6 centimètres de long sur 3 centimètres de large, à bord muni de petites dents plus aiguës et plus rapprochées. La grappe, moins rameuse, y est ordinairement simple, mais ses

rameaux portent une ou deux bractées attestant la possibilité d'une seconde ramification. Les fruits sont rougeâtres, ovoïdes, surmontés par le style persistant, et mesurent 15 à 20 centimètres de large. Ce sera l'O. denticulé (*O. denticulata* v. T.).

Le P. Klaine a récolté aux environs de Libreville au Gabon, en octobre 1904, des rameaux feuillés et florifères (n° 3511) d'un arbre de 7 à 9 mètres à fleurs blanches, qui appartient au même genre, mais se distingue des quatre espèces précédentes, notamment par ses feuilles à bord presque entier, crénelé seulement vers le milieu de la longueur, où le réseau de nervures est tout entier visible sur la face supérieure, et qui sont de dimension très inégale, les plus grandes mesurant 10 centimètres sur 4 centimètres, les plus petites seulement 3 centimètres sur 1 centimètre. La grappe est courte, ne dépassant pas 5 à 6 centimètres de long, et composée à un seul degré, les rameaux de second ordre étant groupés par deux ou trois à la base même des rameaux primaires. Le bouton, pointu comme dans l'O. d'Afrique, a de huit à dix pétales, séparés par autant d'étroits sillons. Ce sera l'O. de Klaine (*O. Klainei* v. T.).

Enfin, M. Duchesne a récolté au Congo belge, en 1893, dans la région du Bas-Congo, des rameaux florifères d'un arbre que M. Engler a rapporté au genre Scytopétale et décrit, en 1903, sous le nom de Sc. de Duchesne (*Sc. Duchesnei* Engler) (1). Je n'ai pas encore pu étudier cette plante ; mais, bien qu'on n'en connaisse ni le fruit, ni la graine, d'après l'inflorescence, qui est une panicule, c'est-à-dire une grappe composée, et d'après le petit nombre des pétales, qui est de cinq, paraît-il, ce n'est certainement pas un Scytopétale, mais bien un Oubanguier. Ce sera donc désormais l'O. de Duchesne (*O. Duchesnei* (Engler) v. T.). Si le nombre des pétales y est réellement et constamment de cinq, par là cette espèce s'éloigne beaucoup de toutes les précédentes.

C'est de ces six espèces, dont trois nouvelles et deux déjà décrites, mais attribuées à deux genres différents, que se compose pour le moment le genre Oubanguier et c'est d'après les échantillons originaux qui représentent les cinq premières

(1) Engler, *Scytopetalaceæ africanæ* (Bot. Jahrbücher für Syst., XXXII, p. 101, 1903).

dans notre Herbier du Muséum que nous allons y étudier successivement, d'abord la conformation externe et la structure de la tige et de la feuille, puis l'organisation de la fleur, du fruit et de la graine.

3. *Conformation externe.* — Ce sont des arbres, pouvant atteindre 15 mètres de hauteur, glabres dans tout le corps végétatif adulte, dont les rameaux, qui portent des feuilles isolées distiques, sont marqués tout du long et d'un seul côté de deux côtes rapprochées, laissant entre elles un sillon en forme de gouttière. L'une d'elles, celle de gauche, par exemple, se termine au bord droit d'un pétiole, tandis que l'autre, celle de droite, se prolonge sur l'entre-nœud suivant pour se terminer au bord gauche du second pétiole, et ainsi de suite. En d'autres termes, si l'on veut, les feuilles sont décurrentes sur le rameau l'espace de deux entre-nœuds, mais chacune d'un côté seulement, qui est le côté droit pour l'une des séries, le côté gauche pour l'autre, en sorte que les deux arètes de décurrence se trouvent rapprochées du même côté du rameau.

Il résulte de cette disposition que la tige n'a, dans sa conformation externe, qu'un seul plan de symétrie, passant par l'axe et par le milieu du sillon, plan qui est perpendiculaire au plan médian commun des feuilles. En un mot, quoique dressée, elle est bilatérale. C'est déjà là un caractère singulier, dont on ne connaît pas, que je sache, d'autre exemple jusqu'à présent. Il s'efface d'ailleurs peu à peu par le progrès de l'âge; à mesure que la tige s'épaissit, en effet, par le développement du pachyte, la saillie des côtes diminue et la forme devient cylindrique.

Les feuilles sont simples et sans stipules, très brièvement pétiolées, à limbe ovale, atténué à la base, mais inégalement, la moitié décurrente étant constamment la plus étroite : d'où une dissymétrie de la feuille, en rapport avec la symétrie bilatérale de la tige. Le limbe est aussi atténué au sommet, où il se prolonge brusquement par une pointe étroite, à extrémité tronquée ou arrondie, pouvant atteindre 15 millimètres de long sur 2 millimètres de large. Il est penninerve, à bord plus ou moins nettement crénelé ou denté, à nervures latérales très espacées,

remontant et s'unissant en arcades vers le bord, peu saillantes et visibles surtout en bas.

Par rapport à la branche qui le porte, le rameau dispose ses feuilles dans le plan médian; en un mot, le distique y est longitudinal. Les deux arêtes et la gouttière qu'elles bordent sont donc situées latéralement sur le rameau, et c'est toujours du côté décurrent de la feuille mère, c'est-à-dire du côté où la branche elle-même porte ses deux arêtes et sa gouttière. De sorte que, si l'on regarde de face la gouttière de la branche, on voit du même coup les gouttières de tous ses rameaux de divers ordres et les côtés étroits de tous leurs limbes foliaires.

Si l'on insiste un peu sur cette singulière conformation externe du corps végétatif des Oubanguiers, c'est qu'elle se retrouve exactement la même dans les trois autres genres et qu'elle constitue l'un des caractères les plus remarquables et le plus facile à constater de la famille dont ils sont les membres. Existe-t-elle déjà dans la tige primaire à son début et dans les premières feuilles qu'elle porte? Sinon, à quel moment fait-elle son apparition, soit dans cette tige primaire, soit dans ses branches successives? C'est une question qui ne pourra être complètement résolue que par l'étude de la plantule issue de la germination de la graine, étude qui n'a pas encore pu être faite jusqu'à présent. On reviendra tout à l'heure sur ce point, en étudiant l'embryon.

On a vu plus haut dans quelles limites la forme et la dimension de la feuille, ainsi que la visibilité de ses nervures latérales sur la face supérieure, se modifient suivant les espèces, que ces différences extérieures aident à caractériser.

4. *Structure de la tige.* — Sous un épiderme glabre, dont les cellules ont leur face externe cutinisée hérissée de fines crêtes, l'écorce, peu épaisse, conserve minces et cellulosiques les membranes de son assise externe; mais, dans toutes les autres assises, y compris l'endoderme, la plupart des cellules épaississent et lignifient leurs membranes sur les faces interne, latérales et transverses, en forme d'U, et beaucoup y produisent en même temps chacune un cristal octaédrique d'oxalate de calcium, enchâssé dans l'alvéole lignifié. En un mot, il se fait ici un cristarque

occupant toute l'épaisseur de l'écorce, car dans l'exoderme lui-même on en trouve çà et là quelque cellule isolée. A l'intérieur de cet épais cristarque se trouvent pourtant réservées des cellules à parois minces et sans cristaux, demeurées vivantes, par l'intermédiaire desquelles peuvent s'opérer d'une part les échanges gazeux entre la stèle et l'atmosphère, de l'autre l'apport des matériaux nutritifs de la stèle à l'épiderme et à l'exoderme, par lesquelles aussi peut se produire plus tard la dilatation progressive de l'écorce nécessitée par le développement du pachyte. Ce sont les défauts nécessaires de l'épaisse cuirasse protectrice.

Suivant chacune des deux génératrices correspondant aux deux côtes unilatérales dont il a été question plus haut, l'écorce est plus épaisse et renferme un faisceau libéroligneux normalement orienté, entouré d'un péridesme fibreux tout autour et d'un endoderme spécial, différencié comme l'endoderme général en une assise de cristarque, en un mot une méristèle, dont nous verrons tout à l'heure l'origine et la destinée.

La stèle a dans son péricycle un grand nombre d'arcs fibreux rapprochés, à fibres faiblement lignifiées, la lignification s'y limitant d'ordinaire à la lamelle mitoyenne, séparés seulement l'un de l'autre par quelques cellules de parenchyme. Le liber secondaire, dont les rayons unisériés se dilatent plus tard et progressivement vers l'extérieur en forme d'éventail, produit de bonne heure dans ses étroits compartiments, en alternance avec les tubes criblés, de petits groupes de fibres très peu lignifiées, seulement dans leurs lamelles moyennes, dont le nombre augmente avec l'âge et qui y déterminent une stratification marquée. On y voit aussi des cellules à octaèdres. Le bois, primaire et secondaire, est normal, avec rayons unisériés, çà et là bi- ou trisériés, et parenchyme mêlé aux fibres dans les compartiments. La moelle est hétérogène, formée de cellules plus grandes, hyalines, mélangées de cellules plus petites, contenant une matière brune ; sans les épaissir notablement, elle lignifie de bonne heure les membranes de toutes ses cellules, dont quelques-unes, parmi les hyalines, renferment de gros octaèdres.

Le périderme s'établit dans l'assise corticale externe ou exo-

derme, demeurée dans ce but à parois minces, à l'exception de quelques rares cellules isolées de cristarque, au-dessous desquelles l'assise génératrice péridermique se complète en empruntant une cellule à la seconde assise corticale. De bonne heure bien développé, le phelloderme épaissit et lignifie, progressivement de dedans en dehors, les membranes de ses cellules sur les faces interne, latérales et transverses, en forme d'U, mais sans y produire d'octaèdres, par où il se distingue du cristarque sous-jacent. Une cuirasse secondaire s'ajoute ainsi à l'épaisse cuirasse primaire pour protéger la stèle.

La présence des deux méristèles corticales d'un seul côté de la stèle a pour résultat de rendre l'ensemble de la structure de la tige symétrique seulement par rapport au plan qui passe par l'axe et par le milieu de leur intervalle, lequel est déjà l'unique plan de symétrie de sa forme extérieure, comme on l'a vu plus haut. En un mot, la structure de la tige est bilatérale, comme sa forme.

Suivant les espèces, la structure qu'on vient d'esquisser offre quelques différences.

Simple dans l'O. d'Afrique et dans l'O. de Klaine, l'épiderme allonge ses cellules suivant le rayon et les dédouble, par une mince cloison tangentielle, çà et là seulement dans l'O. laurifolié, également tout autour dans l'O. de Thollon ; dans ce dernier, il se fait même çà et là successivement deux ou trois cloisons tangentielles. On y observe aussi en divers points une mince cloison longitudinale, surtout dans la cellule externe. Il s'agit ici, bien entendu, d'un véritable cloisonnement, donnant naissance à un épiderme composé, et non pas de cette apparence de cloisonnement qui résulte, comme on sait, chez beaucoup de plantes tropicales, de la gélification de la face interne des cellules épidermiques.

Le cristarque cortical est plus riche en octaèdres dans l'O. laurifolié que dans l'O. d'Afrique et dans l'O. de Thollon ; il est moins développé dans l'O. de Klaine que dans les autres espèces. Les arcs fibreux péricycliques sont plus larges et plus rapprochés dans les O. laurifoliés, de Thollon et de Klaine, plus étroits et plus séparés dans l'O. d'Afrique. Les fibres du péricycle et celles du liber secondaire sont fortement lignifiées dans toute leur épaisseur chez l'O. de Thollon.

5. *Structure de la feuille.* — Les feuilles, on l'a vu, sont distiques, et leur plan médian commun est perpendiculaire à l'unique plan de symétrie du rameau qui les porte. Chacune d'elles reçoit de la stèle de la tige au nœud une très large méristèle en forme d'arc.

Au-dessous du nœud, la méristèle corticale voisine s'est divisée d'abord en deux, puis en trois branches côte à côte. Aussitôt séparée, la large méristèle en arc détache de son bord de chaque côté un petit rameau, mais ces deux rameaux ont un sort différent. Celui du bord opposé à la gouttière demeure dans l'écorce, à côté de l'arc; l'autre s'unit immédiatement à la branche la plus voisine de la méristèle corticale trifurquée. Après cette anastomose, toutes ces méristèles, la médiane très large, flanquée du côté opposé à la gouttière d'une seule petite latérale, du côté de la gouttière de trois petites latérales, passent ensemble dans le pétiole. Un peu plus haut, en même temps que se sépare la stèle du bourgeon axillaire, la stèle de la tige émet, au point correspondant à la méristèle corticale sortie, une nouvelle méristèle, qui la remplace en demeurant, comme elle, dans l'écorce, l'espace de deux entre-nœuds. L'insertion de la feuille sur la tige est donc dissymétrique, la méristèle latérale du côté opposé à la gouttière se séparant de la médiane au nœud même, tandis que celle du côté de la gouttière a quitté la stèle deux entre-nœuds plus bas. C'est cette dissymétrie d'insertion interne, qui s'exprime au dehors par la décurrence unilatérale signalée plus haut (p. 329).

Au nœud suivant, les choses se passent de même et c'est l'autre méristèle corticale qui entre, après s'être trifurquée et anastomosée avec la médiane, dans le bord de nom contraire de la feuille correspondante. Puisqu'elles se rendent ainsi, tout entières et une à une, dans les feuilles successives, après avoir séjourné chacune dans l'écorce la longueur de deux entre-nœuds, les deux méristèles corticales de la tige sont donc foliaires.

En entrant dans le pétiole, la méristèle latérale du côté opposé à la gouttière se trifurque, comme l'autre a fait déjà au-dessous du nœud, de sorte que, dès sa base, le pétiole a sept méristèles disposées en arc, la médiane très grande, flanquée à droite et à

gauche de trois latérales très petites. La médiane se replie aussitôt en haut, et rejoint ses deux bords en une courbe fermée, où le péricycle renferme des arcs fibreux rapprochés, à fibres lignifiées d'ordinaire seulement dans leurs lamelles moyennes, et où la moelle lignifie ses membranes comme dans la tige. L'écorce qui, sous un épiderme glabre, entoure cet ensemble de méristèles, renferme, comme dans la tige, un cristarque à octaèdres diffus dans toute son épaisseur, depuis l'exoderme jusque dans l'endoderme; comme dans la tige aussi, bon nombre des cellules épaissies en U ne renferment pas de cristal. Dans l'O. de Thollon, les cellules du cristarque sont assez souvent adossées deux à deux par leurs cupules lignifiées.

Dans le limbe, dont les méristèles latérales du pétiole constituent les premières nervures latérales, la côte médiane offre, comme le pétiole, un épais cristarque diffus dans son écorce et une courbe méristélique fermée, où le péricycle forme une couche fibreuse continue, à fibres lignifiées dans toute leur épaisseur. La lame a dans son épiderme, qui n'est pas gélifié, et dont les parois latérales sont faiblement ondulées, des stomates sur les deux faces, beaucoup moins nombreux en haut qu'en bas, mais conformés de la même manière, qui est remarquable. Les deux cellules stomatiques y sont bordées, en effet, d'un cadre de trois cellules annexes, deux plus grandes perpendiculaires, la troisième, plus petite parallèle à la fente, et ces trois cellules sont remplies d'un liquide violacé. Ensemble, elles forment, autour du stomate incolore, un anneau coloré. L'écorce est palissadique en haut, lacuneuse en bas, et renferme des sclérites lignifiées et rameuses, rattachées çà et là aux fibres péridesmiques, qui se dirigent vers l'épiderme, au-dessous duquel elles rampent plus ou moins loin, surtout en haut. Les méristèles y sont étroites et cloisonnantes, leur péridesme fibreux n'étant séparé de l'épiderme en haut et en bas que par une seule assise corticale, différenciée en une bande de cristarque à octaèdres.

Cette structure du limbe foliaire offre quelques différences d'une espèce à l'autre. Simple et formé de cellules plates dans les O. d'Afrique, de Klaine et laurifolié, l'épiderme a ses cellules plus hautes et recloisonnées tangentiellement, et aussi çà et là

longitudinalement, dans l'O. de Thollon, où il est, en outre, entièrement dépourvu de stomates sur la face supérieure. Dans l'O. d'Afrique et l'O. laurifolié, la couche lacuneuse de l'écorce, sans les épaissir, lignifie les membranes de bon nombre de ses cellules étoilées; cette lignification est plus fréquente dans la seconde espèce que dans la première, tandis que, par contre, les sclérites s'y montrent moins nombreuses.

6. *Organisation florale.* — L'inflorescence est une grappe composée à deux degrés, à bractées mères distiques et caduques, terminale de la pousse feuillée et axillaire des feuilles supérieures de cette pousse. Dans l'O. laurifolié, la grappe développe ses trois degrés de ramifications; les pédicelles latéraux y sont tous de troisième ordre et sans bractées propres. Dans les autres espèces, comme on l'a vu plus haut, la grappe ne ramifie qu'une seule fois ses branches de premier ordre; on pourrait donc la croire simplement composée; mais les branches de second ordre portent quelques bractées, qui attestent qu'elles sont capables de se ramifier une fois de plus, et que la grappe est, au moins virtuellement, composée à deux degrés.

Le pédoncule, ses branches des deux ordres et les pédicelles sont couverts de poils courts, les uns unicellulaires, les autres subdivisés par quelques cloisons transverses. Cette pubescence cendrée commence brusquement au-dessus de la dernière feuille, et contraste avec la surface lisse de la tige jusqu'à ce niveau.

Comme la tige, mais à un moindre degré, le pédoncule et ses branches de premier et de second ordre offrent deux côtes unilatérales, séparées par une rainure, et possèdent, dans leur écorce, une petite méristèle dans chacune de ces côtes; les bractées mères qu'ils portent en deux séries sont donc, comme les feuilles, mais beaucoup plus faiblement, décurrentes d'un seul côté. Au-dessus de leur dernière bractée mère, le pédoncule et ses branches des deux ordres sont dépourvus à la fois de côtes et de méristèles corticales. La conformation externe et la structure y redeviennent normales et symétriques par rapport à l'axe. Il en est de même dans toute la longueur pour les rameaux de troisième ordre, quand ils se développent, c'est-à-

dire pour les pédicelles proprement dits, qui sont dénués de bractées propres.

Le calice est court, largement ouvert dès le début, gamosépale dans toute sa longueur et dans toute son épaisseur. Il forme ainsi une petite coupe coriace, à surface externe jaune, papilleuse et sans trace de sillons, à bord entier ou légèrement sinué, offrant parfois de très petites dents blanches, alternes avec les pétales.

La corolle, qui dépasse longuement le calice, est aussi gamopétale dans toute sa longueur et forme dans le bouton, autour des parties internes, un étui complet et coriace. La face externe et jaune de cet étui, qui est papilleuse comme celle du calice, est marquée de lignes longitudinales blanchâtres, qui sont autant de sillons plus ou moins profonds, mais ne pénétrant que jusqu'à la moitié ou au plus jusqu'aux trois quarts de son épaisseur, et permettant de compter le nombre des pétales concrescents, de largeur souvent très inégale, qui entrent dans sa constitution. Il y en a de cinq à douze, et le nombre en est variable d'une fleur à l'autre dans la même espèce, mais entre des limites différentes suivant les espèces, comme il a été dit plus haut. Près du sommet, chaque pétale, dont l'extrémité est reployée vers le bas, porte sur sa face externe une petite corne indépendante de ses voisines et surmontée d'une touffe de poils; l'ensemble de ces appendices constitue une sorte de couronne externe. En coupe transversale, chaque pétale renferme, suivant sa largeur, un plus ou moins grand nombre de méristèles, petites et rapprochées.

Une pareille corolle ne peut s'ouvrir que par déchirure de sa couche interne continue, et, en effet, au moment de l'épanouissement, elle se déchire du sommet à la base, tantôt suivant tous les sillons, tantôt le long de certains d'entre eux seulement, séparant alors des lanières plus larges et moins nombreuses que les pétales. Cette complète gamopétalie de la corolle et l'épanouissement par déchirure qui en est la conséquence nécessaire, ont également échappé à tous les auteurs précédents, notamment à Baillon, qui, dans l'O. d'Afrique, a décrit les pétales comme libres et valvaires (1), et à M. De Wildeman,

(1) Baillon, *loc. cit.*, p. 869, 1890.

qui, dans l'O. laurifolié, dit les pétales « valvaires » et « subconnés » (1).

Le calice, avons-nous dit, est dépourvue de sillons, mais lorsque son bord est muni de petites dents, elles sont en même nombre que les pétales et alternent avec eux. On est donc conduit à admettre que, dans tous les cas, il entre dans la composition du calice exactement autant de sépales que la corolle compte de pétales, en un mot, que le calice et la corolle forment deux verticilles isomères et alternes.

L'androcée se compose d'un grand nombre d'étamines, réparties également tout autour et disposées sur plusieurs cercles concentriques, cinq ou six; les internes ont leurs filets plus courts, les autres de plus en plus longs vers l'extérieur. Toutes ont des anthères courtes, basifixes, à quatre sacs polliniques s'ouvrant en long, avec grains de pollen sphériques, munis de trois pores, ce qui les rend un peu triangulaires. C'est donc par erreur que Baillon a décrit les étamines de l'O. d'Afrique comme « groupées en autant de faisceaux qu'il y a de pétales » (*loc. cit.*, p. 869).

La série des coupes longitudinales et transversales de la fleur montre que le calice, la corolle et l'androcée demeurent d'abord unis à la base, après la séparation du pistil, en une cupule commune. Le calice s'en sépare le premier, laissant en dedans un tube qui renferme côte à côte de nombreuses méristèles, disposées en un seul cercle. Elles se dédoublent d'abord radialement et le cercle externe se sépare pour former la corolle, tandis que le cercle interne forme un tube court qui est la base de l'androcée; dans ce tube, les nombreuses méristèles se divisent radialement à plusieurs reprises, cinq fois de suite, par exemple, pour former six cercles concentriques de méristèles, qui se rendent ensuite progressivement, de dedans en dehors, dans autant d'étamines séparées; vu leur très grand nombre, qui peut dépasser 240, celles-ci sont serrées et comme collées ensemble tout du long, par leurs filets et par leurs anthères, dans l'étroite enceinte du bouton. Ainsi constitué, l'androcée se montre donc nettement méristémone et en même temps faiblement gamostémone à la base. Il faut même remarquer que

(1) De Wildeman, *loc. cit.*, p. 31 et p. 32, 1903.

ses méristèles ont, comme dans les Malvacées, par exemple, une origine commune avec celles de la corolle.

Le pistil qui, dès la base, est libre d'adhérence avec les parties externes, qui est, en un mot, tout à fait supère, se compose de quatre carpelles dans les fleurs à huit pétales, de trois carpelles dans les fleurs à six pétales, tantôt de quatre et tantôt de trois carpelles dans les fleurs à sept pétales. Ils sont fermés et concrescents tout du long en un ovaire à autant de loges complètes, à paroi externe très épaisse, à cloisons très minces, surmonté d'un style unique plus long que lui, à extrémité stigmatique à peine renflée et légèrement excavée en coupe.

L'épaisse paroi externe de l'ovaire est formée de trois couches. L'externe, jaune en dehors, rouge en dedans, est constituée par des cellules isodiamétriques à paroi mince et renferme les méristèles dorsales des carpelles. La moyenne, incolore, a déjà épaissi et lignifié la membrane d'un grand nombre de ses cellules isodiamétriques et plus tard se sclérifiera tout entière dans le péricarpe du fruit. L'interne, qui est la plus épaisse, incolore aussi, est composée de cellules isodiamétriques à membranes minces avec de nombreuses mâcles sphériques d'oxalate de calcium. Les minces cloisons sont unies par concrescence dans la région centrale, qui renferme un cercle de méristèles inverses.

Chaque loge renferme, attachés côte à côte vers le sommet de l'angle interne, deux ovules longs et minces, anatropes, pendants à raphé dorsal, épinastes par conséquent. La méristèle du raphé y remonte sur la face ventrale jusque vers le micropyle, en forme de boucle. Sur la coupe transversale, les deux ovules de chaque loge sont arqués l'un vers l'autre en forme de virgule, sans doute par l'effet de la dessiccation. C'est seulement au sommet, au-dessus de l'insertion des ovules, que les bords carpellaires, concrescents jusque-là, se séparent et que l'ovaire, très rétréci, devient uniloculaire. La loge unique se prolonge ensuite dans toute la longueur du style sous forme d'un canal étoilé.

L'ovule a un nucelle très étroit, dont la paroi externe est complètement résorbée au moment de la formation de l'œuf, de manière que le prothalle femelle se trouve en contact direct

avec la face interne du tégument; en un mot, il est transpariété. Autour de ce nucelle transitoire se trouve un tégument unique assez épais, comptant une dizaine d'assises cellulaires, dont la plus externe, qui est l'épiderme extérieur, est formée de grandes cellules à contenu brun, et dont la plus interne, qui est l'épiderme intérieur, est aussi fortement différenciée, formée de grandes cellules hyalines allongées radialement. La base étroite du nucelle disparu est occupée par quelques cellules à membrane lignifiée formant une très petite hypostase.

L'ovule transpariété est donc unitegminé, comme chez la grande majorité des Gamopétales. Cette structure de l'ovule est un fait important qui, joint au reste de l'organisation florale, notamment à la complète gamopétalie, nous sera plus tard d'un grand secours quand il s'agira de fixer la place que doit occuper, dans la Classification, la petite famille que nous étudions en ce moment.

Ainsi constituée, et pouvant être exprimée par la formule $F = (mS) + (mP) + (nE) + \left(\frac{m}{2}C\right)$, où n est très grand et indéterminé, la fleur ne subit, suivant les espèces, que de légères modifications, portant principalement sur le nombre, toujours le même, des sépales et des pétales, facile à compter sur la corolle dans le bouton, et sur le nombre toujours moitié moindre, des carpelles du pistil. L'un et l'autre sont, il est vrai, variables suivant les fleurs dans la même espèce, mais les limites de leur variation changent d'une espèce à l'autre. Comme on l'a vu plus haut, le nombre des pétales varie entre cinq et sept dans l'O. de Thollon, entre six et huit dans l'O. d'Afrique, entre huit et dix dans l'O. de Klaine, entre huit et douze dans l'O. laurifolié.

7. *Fruit et graine.* — Le fruit, dont il se développe un plus ou moins grand nombre par grappe de fleurs, n'est connu que dans l'O. laurifolié, par les échantillons du P. Klaine (n° 2042) et dans l'O. denticulé par ceux de Thollon (n° 32). Entouré à sa base par le calice persistant, mais non accru, dont il se détache à la maturité, et terminé longtemps par le style également persistant, il est sec, sphérique ou ovoïde, mesurant 15 millimètres de diamètre dans la première espèce, 15 à 20 millimètres de

long sur 10 à 12 millimètres de large dans la seconde. Il s'ouvre le long de la ligne dorsale des loges de l'ovaire en trois ou quatre valves, suivant le nombre de celles-ci, et met en liberté l'unique graine que d'ordinaire il renferme, tous les ovules ayant avorté à l'exception d'un seul. En un mot, c'est une capsule loculicide monosperme (1).

Le péricarpe est formé de trois couches, correspondant aux trois couches distinguées plus haut dans la paroi ovarienne. L'externe, mince, est un parenchyme renfermant des cellules isolées de cristarque, ainsi que les méristèles médianes des carpelles; la moyenne est plus épaisse, fortement seléreuse dans toute son étendue, interrompue en face de ces méristèles médianes; l'interne, plus épaisse encore, est un parenchyme renfermant des branches des méristèles carpellaires. La nature capsulaire du fruit et son mode de déhiscence pouvaient donc être prévus d'après la structure de la paroi ovarienne. Cette remarque sera utilisée plus tard.

La graine est sphérique, mesurant 10 millimètres de diamètre. Son tégument, qui est noir mat, chagriné, comme charbonneux, a son plan de symétrie accusé au dehors par une fine crête blanche qui en fait tout le tour; elle correspond au raphé, dont la méristèle remonte, comme dans l'ovule, du côté opposé jusqu'au micropyle, en forme de boucle. Il est formé par une couche de parenchyme, dans laquelle la méristèle médiane envoie de nombreuses ramifications, revêtue d'un épiderme à grosses cellules rouge brun, dissociées latéralement et arrondies, à la façon de gros poils; d'où l'aspect pulvérulent de la surface.

Il recouvre un volumineux albumen corné, d'un blanc d'ivoire, à contour externe circulaire, sans trace de rumination, formé vers la périphérie de cellules fortement allongées suivant le rayon, vers le centre de cellules isodiamétriques, toutes à membrane très épaisse et cellulosique. Cet albumen renferme suivant son axe un embryon droit, à grosse et longue tigelle, portant deux larges et minces cotyles foliacées, appliquées l'une sur l'autre et plissées en long, plissement qui est plus prononcé dans l'O. denticulé que dans l'O. laurifolié. Elles sont situées de

(1) Une seule fois j'ai observé, dans une capsule d'O. laurifolié, deux graines hémisphériques, appliquées l'une contre l'autre par leurs faces planes.

part et d'autre du plan de symétrie du tégument. En un mot, l'embryon est macropode et accombant au raphé.

Parfaitement cylindrique, sans trace de côtes, sa tigelle a une écorce homogène, sans méristèles, autour d'une large stèle, où deux faisceaux libéroligneux diamétralement opposés ont déjà quelques vaisseaux différenciés. Ce sont ceux qui, au nœud cotylaire, passent dans les cotyles. L'embryon n'offre donc aucune trace ni de cette symétrie bilatérale de la tige, ni de cette dissymétrie d'insertion des feuilles, que l'on a constatées plus haut dans le corps végétatif adulte. Elles n'y apparaissent qu'au-dessus des cotyles, quelque part dans la tige épicotylée.

Le mode de germination de la graine n'a pas encore pu être observé. On a dit (p. 330) tout l'intérêt qu'offrirait l'étude de la plantule qui en dérive, au point de vue de la date et du mode d'apparition de la singulière structure qui caractérise la plante adulte.

2. Genre **SCYTOPÉTALE.**

Grappe simple. Drupe. Albumen ruminé.

1. *Type du genre.* — Le P. Klaine a récolté aux environs de Libreville, au Gabon, d'abord en 1896, puis de nouveau à diverses reprises en 1899, 1901 et 1903, des échantillons avec fleurs et fruits (n° 446) d'un arbre dont M. Pierre a fait en 1896 le type d'un genre nouveau, qu'il a nommé, à cause de ses pétales coriaces, Scytopétale (*Scytopetalum*) (1). D'après les dessins, les notes et les échantillons de son Herbier que lui a communiqués M. Pierre, M. Engler a publié en 1897, en l'accompagnant de figures, la description de ce genre (2). Je la transcris ici, comme point de départ :

« Kelch flachschüsselformig, undeutlich gezähnt, fast ganzrandig. Blumenblätter 6-7, linealisch, mit eingebogener Spitze und oberwärts eingebogenen Rändern, zusammenneigend und aneinander schliessend, zuletz ganz zurückgebogen. Staubblätter ∞, in 4 bis mehr unregelmäs-

(1) De σκυτος, cuir, et πεταλον, pétale (Bull. de la Soc. Linnéenne de Paris, 1896, p. 1266).
(2) Engler, *Natürl. Pflanzenfam.*, Nachträge zu II-IV, p. 244, fig. 51 *a*, 1897.

sigen Kreisen am Grunde der Blumenblätter und auf dem scheibenförmigen Discus eingefügt; Staubfäden fadenförmig, die der inneren Kreise gradweise kürzer; Antheren am Grunde aufsitzend, länglich, oben ausgerandet, mit länglichen, sich berührenden und durch seitigen Längspalten sich öffnenden Thecis. Fruchknoten länglich 6-fächerig, in jedem Fach mit 2 vom Scheitel herabhängenden linealischen Samenknospen mit dorsaler Raphe und nach oben gekehrter Mikropyle; Griffel cylindrisch mit 6 kurzen Narbenlappen. Steinfrucht länglich, mit sehr dünnen Sarcocarp, einsamig. Same mit zerklüfteten Nährgewebe. Embryo mit cylindrischem, nach oben gekehrtem Stämmchen und etwas kürzeren, rundlichen, gefalteten Keimblätter in der oberen Hälfte des Samens. — Baum mit abwechselnden, kurzgestielten, lederartigen, länglichen oder länglich-eiförmigen, schmal und stumpf zugespitztem Blätter mit 6-7 abstehenden Seitennerven. Blumen weiss, lang gestielt, in lockeren achselständigen Trauben. »

Qu'il y ait, dans cette description, non seulement plusieurs lacunes à combler, mais encore plusieurs erreurs à corriger, notamment en ce qui concerne le nombre des pétales et leurs rapports dans la corolle, c'est ce qu'on verra plus loin.

L'espèce type du genre a été nommée par M. Pierre Sc. de Klaine (*Sc. Klaineanum* Pierre). Aucune description n'en a encore été publiée.

C'est un arbre de 6 à 7 mètres, à feuilles brièvement pétiolées, à limbe très coriace, ovale arrondi à la base, où les deux moitiés sont un peu inégales, prolongé brusquement en une pointe au sommet, à bord ourlé vers le bas et très faiblement denté, paraissant entier, penninerve à nervures latérales peu saillantes en bas, invisibles en haut, rugueux et comme chagriné sur les deux faces. Le limbe mesure 8 à 9 centimètres de long, dont 1 centimètre environ pour la pointe, sur 5 à 6 centimètres de large; le pétiole n'a que 5 millimètres de long. La grappe, aussi longue que la feuille, a de longs pédicelles pouvant atteindre et dépasser 3 centimètres; les boutons près de s'épanouir mesurent 7 à 8 millimètres de long. Les fruits, ovales atténués en cône au sommet, fusiformes, ont 2 centimètres de long sur 10 à 12 millimètres de large.

2. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Au Sc. de Klaine, seule espèce actuellement connue de ce genre, on peut en ajouter ici trois autres.

Parmi les échantillons rapportés à cette espèce sous le même n° 446, il en est un, récolté en fruits par le P. Klaine en juin 1900, qui lui ressemble par la longueur des pédicelles, mais s'en distingue par des feuilles pâles, blanchâtres, plus coriaces, plus larges et à pointe plus courte, presque arrondies, mesurant 10 centimètres de long sur 8 centimètres de large, et par des fruits plus gros, presque globuleux, mesurant 20 millimètres sur 18 millimètres. C'est une espèce distincte, que je nommerai Sc. latifolié (*Sc. latifolium* v.T.).

Dewèvre a récolté en janvier 1896, au Congo belge, à Wangata, des rameux fleuris (n° 666) d'un arbre nommé *Boyo* par les indigènes, que M. De Wildeman a rattaché au genre *Egassea* et qu'il a décrit et figuré en 1903, sous le nom de *E. Pierreana*, à la suite de l'*E. laurifolia* de M. Pierre (1). Celui-ci est un Oubanguier, comme on l'a vu plus haut (p. 326); celui-là, par tous ses caractères, bien qu'on n'en connaisse pas encore le fruit, notamment par sa grappe simple et non composée à deux degrés, appartient certainement au genre Scytopétale. Ce sera donc désormais le Sc. de Pierre (*Sc. Pierreanum* (De Wildeman) v. T.). J'ai pu en étudier l'échantillon original. Il diffère du Sc. de Klaine non seulement par des feuilles plus petites, ne mesurant que 6 centimètres de long sur 2 centimètres de large, mais encore par des grappes plus courtes et plus grêles, dont les pédicelles n'ont que 5 millimètres et dont les boutons près de s'épanouir n'ont que 4 millimètres de long.

Le P. Klaine a trouvé aux environs de Libreville, au Gabon, en 1898, 1899 et 1900 (n° 1324), et en 1902 (n° 2839 et n° 2945), des rameaux avec fleurs et fruits d'un arbre de 20 à 25 mètres que M. Pierre, dans son Herbier, a rattaché à son genre Scytopétale, comme espèce distincte, sous le nom de Sc. brévipède (*Sc. brevipes* Pierre ms.), sans en avoir donné la description jusqu'à présent. Il se distingue du Sc. de Klaine par des feuilles un peu plus petites, mesurant 7 à 8 centimètres de long sur 4 centimètres de large, mais surtout par des grappes beaucoup plus courtes dont les pédicelles, progressivement renflés sous la fleur, ne dépassent pas 10 millimètres de long,

(1) De Wildeman, *Études sur la flore du Bas et du Moyen Congo*, I, p. 32, pl. XVIII, 1903.

les boutons qui les terminent n'ayant que 5 millimètres; le fruit, plus court et plus gros, mesure 20 millimètres de long sur 15 millimètres de large. Il diffère du Sc. de Pierre par des feuilles plus grandes et par des grappes plus courtes, à pédoncule et pédicelles plus gros.

C'est à ces quatre espèces, dont deux nouvelles et une déjà décrite mais rapportée à un genre différent, et dont deux seulement sont connues dans toutes leurs parties, les fleurs manquant dans la seconde et les fruits dans la troisième, que se réduit pour le moment le genre Scytopétale. Je les ai étudiées toutes sur les échantillons originaux.

3. *Conformation externe et structure de la tige et de la feuille.* — Ce sont des arbres entièrement glabres, dont les rameaux, qui portent des feuilles isolées distiques, sont pourvus, comme chez les Oubanguiers, de deux côtes unilatérales, provenant de la décurrence également unilatérale des feuilles; mais ici ces côtes sont moins saillantes et plus tôt effacées par la croissance en épaisseur du rameau, qui devient bientôt cylindrique. Ce n'est qu'une différence de degré, mais qui permet pourtant de distinguer immédiatement les deux genres.

Les feuilles sont simples et sans stipules, brièvement pétiolées, à limbe ovale atténué à la base où les deux moitiés sont un peu inégales, la moitié décurrente étant la plus étroite, prolongé brusquement en pointe au sommet, penninerve à bord ourlé et presque entier, à nervures latérales très peu visibles en bas, pas du tout en haut, à surface rugueuse et chagrinée en haut et en bas.

L'épiderme de la tige jeune est formé de cellules étroites et allongées radialement, à cuticule hérissée de fines crêtes et qui de bonne heure se dédoublent çà et là par une cloison tangentielle. Il est pourvu de stomates situés chacun au fond d'une petite crypte.

L'écorce, assez mince, offre çà et là dans son assise externe, une cellule épaissie et lignifiée en forme d'U, renfermant un cristal octaédrique. Le cristarque est donc ici exclusivement exodermique, mais il est très peu développé et manque dans bien des sections. Par contre, l'écorce a, dans toute son épais-

seur et jusque dans l'endoderme, un grand nombre de cellules à paroi uniformément épaissie et lignifiée, mais sans cristaux, tandis que les cellules intermédiaires à paroi mince contiennent çà et là un octaèdre. A son défaut presque complet, les deux fonctions simultanées du cristarque sont donc dévolues ici séparément à deux sortes de cellules, la fonction protectrice aux cellules scléreuses, la fonction réfléchissante aux cellules cristalligènes. Ainsi conformée, l'écorce renferme deux méristèles corticales, rapprochées d'un même côté par rapport au plan médian des feuilles, à faisceaux libéroligneux tournant leur bois l'un vers l'autre, et dont la présence suffit à rendre la structure de la tige symétrique seulement par rapport au plan perpendiculaire à ce plan médian. C'est donc sous ce rapport comme chez les Oubanguiers, avec cette seule différence que les méristèles corticales s'accusent ici moins fortement au dehors, les deux côtes y étant moins saillantes et séparées par une partie plane et non par une gouttière, comme il a été dit plus haut.

La stèle est pareille à celle des Oubanguiers. Mêmes fibres péricycliques, ici presque complètement réunies en un anneau continu et lignifiées dans toute leur épaisseur ; même liber secondaire stratifié par des fibres très peu lignifiées; même bois secondaire avec rayons unisériés et parenchyme dans les compartiments ; même moelle bientôt lignifiée.

Le périderme se forme ici de très bonne heure, par la continuation du cloisonnement tangentiel très précoce des cellules palissadiques de l'épiderme, avec un liège et un phelloderme à parois minces. Son origine épidermique explique la situation exodermique du cristarque, en même temps que sa précocité en provoque la réduction presque complète.

La feuille ne prend à la stèle de la tige au nœud qu'une seule très large méristèle en arc, comprenant côte à côte neuf, onze et jusqu'à treize faisceaux libéroligneux distincts. Dans le Sc. de Pierre, une fois séparée et tant qu'elle reste dans l'écorce, cette méristèle ne détache pas une petite branche sur chaque bord, comme chez les Oubanguiers. Elle demeure entière et entre ainsi dans le pétiole, entraînant avec elle d'un côté la méristèle corticale voisine, préalablement divisée en deux latéralement au-

dessous du nœud. Un peu plus haut, après le départ des faisceaux du bourgeon axillaire, et avant de se refermer, la stèle détache du bord correspondant de l'ouverture une méristèle, qui vient dans l'écorce prendre la place de la méristèle corticale passée dans la feuille.

Dans le Sc. de Klaine et dans le Sc. brévipède, la large méristèle, avant de se séparer tout à fait, détache de son bord opposé à la méristèle corticale une petite branche qui l'accompagne dans le pétiole, en même temps que de l'autre côté y pénètre une méristèle corticale dédoublée. De là une ressemblance avec les Oubanguiers, mais qui n'est pas complète puisqu'il ne se fait pas ici de branche anastomotique entre la large méristèle et la méristèle corticale.

En somme, l'insertion de la feuille, pour être un peu plus simple, n'en est pas moins tout aussi dissymétrique que chez les Oubanguiers, puisqu'elle prend au nœud même sa méristèle médiane et d'un côté seulement une méristèle corticale qui a quitté la stèle deux entre-nœuds plus bas. Sa décurrence unilatérale reste plus cachée dans l'écorce et se manifeste moins au dehors : c'est toute la différence.

Dans les Sc. de Klaine et brévipède, l'arc médian avant d'entrer dans le pétiole est déjà flanqué d'un côté de deux, de l'autre d'une seule méristèle latérale. Dans le Sc. de Pierre, cette dernière ne se détache de l'arc médian qu'en passant dans le pétiole : ce n'est là qu'une légère différence. Partout, cette branche ne tarde pas à se diviser latéralement en deux, puis en trois ; de sorte que désormais il y a, de chaque côté de l'arc médian, le même nombre de méristèles latérales et que toute trace de la dissymétrie primitive se trouve effacée.

Considéré vers son sommet, à la naissance du limbe, le pétiole a, sous un épiderme palissadique comme celui de la tige et dont certaines cellules çà et là se sont dédoublées par une cloison tangentielle, une écorce tantôt entièrement dépourvue de cristarque et de cellules scléreuses, mais contenant des cristaux octaédriques (Sc. de Klaine, brévipède), tantôt munie, en haut et sur les côtés, d'un cristarque formé de cellules isolées, disséminées dans toute son épaisseur (Sc. de Pierre). Flanquée de chaque côté de trois petites méristèles latérales, la méristèle

médiane demeure ouverte, étalée, en forme d'arc, presque plane, avec une couche fibreuse péridesmique au-dessus de son bois comme au-dessous de son liber, au lieu de se reployer et de se fermer en anneau, comme dans les Oubanguiers. Ce caractère, qui persiste tout le long de la côte médiane du limbe, permet de distinguer aussitôt les deux genres.

Dans la lame, l'épiderme, dont les cellules étroites et prismatiques ont leurs parois latérales rectilignes et se montrent çà et là dédoublées par une mince cloison tangentielle, a des stomates sur les deux faces, beaucoup plus nombreux toutefois en bas qu'en haut, dans le Sc. de Pierre et le Sc. brévipède ; ils sont très rares en haut dans le Sc. de Klaine et y manquent tout à fait dans le Sc. latifolié. Ils sont conformés comme dans les Oubanguiers, avec un cadre de trois cellules annexes semblablement disposées, mais ici toutes incolores. Palissadique unisériée en haut, lacuneuse en bas, l'écorce renferme, dans les Sc. de Klaine brévipède et latifolié, un grand nombre de sclérites rameuses, peu lignifiées, allant aux épidermes sous lesquels elles rampent plus ou moins loin, et les méristèles n'y sont pas cloisonnantes. Dans le Sc. de Pierre, elles sont cloisonnantes et les compartiments corticaux qui les séparent sont presque dépourvus de sclérites. Partout, elles ont, en haut et en bas, un bande de cristarque à octaèdres, située dans l'endoderme chez les trois premières espèces, dans l'unique assise corticale dans la quatrième.

Dans le Sc. de Klaine, M. Engler a déjà signalé, en 1897, la présence dans l'écorce de la tige de petits faisceaux libéroligneux, mais sans en indiquer ni le nombre, ni la disposition, ni les rapports avec les feuilles. Il a vu aussi les étroites couches fibreuses du liber secondaire de la tige. Enfin, il a constaté l'existence, dans l'écorce du limbe foliaire, de nombreuses sclérites, qu'avec tous les anatomistes allemands, depuis A. de Bary, il nomme des idioblastes (1).

4. *Organisation de la fleur, du fruit et de la graine.* — L'inflorescence est une grappe, à la fois terminale et axillaire, où les

(1) Engler, *loc. cit.*, p. 242, 1897.

rameaux primaires sont toujours dépourvus non seulement de rameaux secondaires, mais de bractées mères de pareils rameaux, qui est donc simple par essence et non pas composée plus ou moins complètement à deux degrés, comme chez les Oubanguiers, ce qui permet de distinguer immédiatement les deux genres.

Le pédoncule produit ses pédicelles à l'aisselle de petites bractées mères, distiques et caduques. Comme la tige, il est muni sur un de ses côtés de deux petites arêtes provenant de la décurrence unilatérale des bractées mères. Comme elle aussi, il renferme dans son écorce une méristèle dans chacune de ces arêtes. L'insertion de la bractée mère s'y opère donc, en petit, comme celle de la feuille sur la tige. L'écorce y est d'ailleurs dépourvue de cristarque et de cellules scléreuses; mais l'épiderme produit un périderme, dont le liège sclérifie ses cellules également tout autour.

Dépourvu de bractées propres, le pédicelle n'a pas non plus de côtes saillantes et son écorce, dénuée de cristarque et de cellules scléreuses, ne renferme pas de méristèles. La structure y reprend donc sa symétrie axiale ordinaire. Il ne s'y fait pas de périderme. Pédoncules et pédicelles ont leur épiderme glabre, comme sur la tige, et non pas velu comme dans les Oubanguiers.

La fleur est conformée, à de légères différences près, comme dans les Oubanguiers. Même calice persistant, court et cupuliforme, gamosépale jusqu'au bord, qui est à peine sinué ou denticulé. Même corolle gamopétale dans toute sa longueur, à pétales coriaces, concrescents seulement dans la moitié interne de leur épaisseur, munie par conséquent, sur sa face externe jaune, d'autant de lignes longitudinales correspondant aux sillons, qui permettent, ici comme dans les Oubanguiers, d'en compter le nombre dans le bouton, mais qui sont toutefois moins nettes que chez les Oubanguiers. Dans chaque espèce, ce nombre varie de 12 à 16 suivant les fleurs, et ils sont très étroits. A l'épanouissement, la corolle se déchire en un certain nombre de lanières, comprenant chacune plusieurs pétales, en six ou sept lanières, par exemple, dans une fleur à 14 pétales de Sc. de Klaine. La déchirure a lieu tantôt de haut en bas, les lanières restant

quelque temps attachées à la base (Sc. de Klaine, brévipède), tantôt transversalement à la base, puis de bas en haut, la corolle tombant tout d'une pièce en forme de bonnet, puis de roue (Sc. de Pierre).

Ici, comme dans les Oubanguiers, tous les auteurs, M. Pierre, M. Engler, M. De Wildeman, s'accordent à regarder cette corolle comme dialypétale à préfloraison valvaire, s'épanouissant par simple écartement des pétales, dont le nombre est tenu dès lors pour égal à celui des lanières. C'est par suite de cette erreur que, dans la description citée plus haut, M. Engler a attribué à ce genre une corolle à 6-7 pétales.

Comme chez les Oubanguiers et pour la même raison, le calice, dépourvu ici aussi de sillons, doit être considéré comme formé d'autant de sépales que la corolle compte de pétales. Calice et corolle ont d'ailleurs leur face externe glabre et non pas velue comme dans le genre précédent.

Même androcée aussi, à nombreuses étamines réparties également tout autour, disposées en quatre cercles concentriques, unies de la même manière à la base les unes aux autres et à la corolle, à filets plus longs que les anthères, et de plus en plus longs vers l'extérieur, à anthères courtes, à quatre sacs polliniques s'ouvrant en long pour mettre en liberté les grains de pollen, qui sont sphériques à trois pores, ce qui les rend triangulaires.

Même pistil enfin, supère, à carpelles fermés et concrescents dans toute leur longueur en un ovaire pluriloculaire surmonté d'un style unique, terminé ici par un stigmate renflé et plurilobé. Il y a 7 carpelles et l'ovaire est à 7 loges avec un stigmate à 7 lobes, quand la corolle a 14 pétales, ce qui est le cas le plus fréquent. Il y a 6 ou 8 carpelles et l'ovaire a autant de loges, avec un stigmate à autant de lobes, quand la corolle a 12 ou 16 pétales. Avec 13 ou 15 pétales, il y a dans le premier cas tantôt 6, tantôt 7 carpelles, dans le second tantôt 7, tantôt 8 carpelles. Ici donc, comme dans les Oubanguiers, la fleur a dans son pistil moitié autant de carpelles que de pétales dans sa corolle. Cette remarque sera utilisée plus tard.

L'ovaire a une paroi externe très épaisse, différenciée nettement en deux couches : l'externe, rouge brun, contient les

méristèles carpellaires ; l'interne, incolore, traversée suivant la ligne médiane de chaque carpelle par une lame rayonnante de cellules spéciales, deviendra plus tard le noyau du fruit. Les cloisons, alternativement renflées et amincies, comme boursouflées, surtout en bas, sont unies par concrescence dans la région centrale, qui renferme un cercle de méristèles inversement orientées. Vers le haut de chaque loge s'insèrent côte à côte, sur le bord interne de la cloison, deux longs et minces ovules anatropes, pendants à raphé externe, épinastes par conséquent, conformés comme chez les Oubanguiers, c'est-à-dire transpariétés et unitegminés. Immédiatement au-dessus de l'insertion des ovules, les bords carpellaires se séparent au centre et l'ovaire y devient uniloculaire. La cavité unique, ainsi constituée au sommet, se continue ensuite tout le long du style, sous forme d'un canal étoilé à autant de branches que de carpelles.

Le fruit, à la base duquel le calice cupuliforme persiste sans s'accroître, est indéhiscent et ne renferme qu'une seule graine, tous les ovules ayant avorté à l'exception d'un seul. Il n'est pas encore connu dans le Sc. de Pierre ; dans les autres espèces, il est ovale, plus ou moins aminci en cône au sommet, parfois étranglé au milieu, et mesure 20 à 25 millimètres de long sur 10 à 15 millimètres de large. Le péricarpe est formé de trois couches : l'externe, recouverte par l'épiderme incolore, a des membranes minces et un contenu rouge ; la moyenne a aussi des membranes minces, mais un contenu incolore ou jaunâtre ; l'interne, qui renferme aussi des méristèles carpellaires, a toutes ses membranes épaissies et lignifiées, en un mot est scléreuse. Les deux premières forment ensemble une pulpe rougeâtre, mince dans les Sc. de Klaine et latifolié, plus épaisse dans le Sc. brévipède ; la troisième constitue un noyau. Le fruit est donc une drupe, comme on pouvait le prévoir d'après la structure de la paroi ovarienne.

Le noyau a une forme pyramidale, avec autant de pans que l'ovaire avait de loges, ordinairement 7 ou 8. Dans le Sc. de Klaine, où la pulpe est mince, ces pans sont visibles à la surface du fruit après dessiccation. Le long des arêtes, qui correspondent à la ligne médiane des carpelles et au dos des loges pri-

mitives, la couche scléreuse est interrompue dans toute son épaisseur par une bande de cellules à parois minces. Aussi voit-on parfois, après la maturité, notamment dans le Sc. de Klaine, le noyau se fendre au sommet dans ces places en autant de lanières pointues, entraînant la déchirure de la pulpe et la déhiscence loculicide partielle du péricarpe.

Appliquée contre la face interne du noyau, la graine offre d'un côté un large et profond sillon occupé par le raphé et qui accuse le plan de symétrie du tégument. Celui-ci, qui est rouge brun et formé de quatre ou cinq assises de cellules à parois minces, enfonce profondément vers l'intérieur de nombreux replis dirigés en tous sens, au fond desquels se voient les méristèles produites par la ramification du raphé. C'est la plus grande résistance opposée par le réseau des méristèles à l'accroissement de la masse interne qui a provoqué les sillons correspondants. Sous ces replis, qui le divisent en un grand nombre de lobes irréguliers, se trouve un volumineux albumen corné incolore, formé de petites cellules isodiamétriques, à membranes cellulosiques extrêmement épaisses. Cet albumen est donc, comme on dit, profondément ruminé. Suivant son axe, il renferme dans sa moitié supérieure un embryon droit à radicule supère, à tigelle où l'écorce est encore dépourvue de méristèles, à deux larges et minces cotyles foliacées, plissées en long, tout pareil à celui des Oubanguiers. Les cotyles étant situées de part et d'autre du plan de symétrie du tégument, l'embryon est, ici aussi, accombant au raphé.

5. *Camparaison du genre Scytopétale avec le genre Oubanguier. — Tribu des Oubanguiées.* — Ainsi constitué, le genre Scytopétale diffère du genre Oubanguier et lui ressemble aussi par un ensemble de caractères qu'il convient maintenant de résumer.

Dans le corps végétatif, il s'en distingue par la moindre saillie des deux côtes sur les rameaux, la décurrence unilatérale des feuilles restant plus cachée dans l'épaisseur de l'écorce, par l'origine épidermique du périderme, par l'absence du cristarque cortical dans la tige, et par la non-fermeture de la large méristèle médiane dans le pétiole et dans la côte médiane du limbe. Dans la fleur, il s'en éloigne par le défaut de pubescence sur le

pédoncule, les pédicelles et les boutons; par le nombre plus grand des pétales et des carpelles, les seconds étant toujours moitié moins nombreux que les premiers, ainsi que par le stigmate lobé. Dans le fruit, il en diffère par la structure et l'indéhiscence du péricarpe, qui en font une drupe. Dans la graine enfin, il s'en distingue par la profonde rumination de l'albumen.

A côté de ces caractères différentiels, ces deux genres ont un certain nombre de traits communs, qui ne se retrouvent pas dans les deux autres genres et qui définissent la tribu qu'ensemble ils constituent : les *Oubanguiées*. C'est l'épiderme glabre dans toute l'étendue du corps végétatif, la présence de cellules seléreuses dans l'écorce de la tige et l'existence de stomates sur la face supérieure du limbe. C'est l'inflorescence en grappe axillaire ou terminale, la séparation externe des pétales dans la corolle, qui permet d'en compter le nombre et d'en déduire celui des sépales du calice, la déhiscence longitudinale des sacs polliniques de l'anthère et la dualité des ovules dans chaque carpelle. C'est enfin le fruit, toujours uniséminé, et la graine, dépourvue de tunique.

II

TRIBU DES RHAPTOPÉTALÉES

Fleurs endogènes sur les branches âgées. Corolle sans sillons. Anthères à déhiscence poricide. Pistil à carpelles pluriovulés. Fruit pluriséminé ou uniséminé. Graine tuniquée.

3. Genre **BRAZZEIER**.

Ovaire supère. Capsule loculicide pluriséminée. Albumen entier.

1. *Type du genre.* — Le genre Brazzeier (*Brazzeia*) a été établi, en 1886, par Baillon pour une plante récoltée à Brazzaville, au Congo français, par Thollon (n° 604), au cours de l'exploration dirigée par P. Savorgnan de Brazza, à qui il l'a dédié : c'est

le B. du Congo (*B. congoensis* Baillon). J'en transcris ici la des-description (1) :

« Ses organes de végétation ne nous sont pas entièrement connus ; nous savons seulement que c'est un bel arbuste haut de 4 mètres, à feuilles alternes, glabres et lancéolées, portant des fleurs blanches, insérées sur l'écorce de son tronc. C'est la structure de ces fleurs qui présente le plus d'intérêt.

« Elles sont régulières et hermaphrodites, avec un réceptacle cupuliforme. Sur les bords de ce réceptacle s'insèrent un court calice à quatre dents et quatre pétales, oblongs, coriaces, à bords épais et valvaires. Lors de l'anthèse, ces pétales se réfléchissent fortement en dessous ; leur sommet peut alors arriver au contact du pédoncule. Légèrement périgynique comme le périanthe, l'androcée est formé d'un grand nombre d'étamines à filets libres, à anthères dressées, allongées, tétragones, à deux loges qui s'ouvrent vers les bords par des fentes longitudinales. Le gynécée, inséré dans la concavité de la cupule réceptaculaire, a un ovaire généralement quadriloculaire, surmonté d'un style long et assez grêle, à extrémité stigmatifère capitée. Dans chaque loge ovarienne se voit un placenta axile, qui supporte un grand nombre d'ovules anatropes et descendants.

« Il y a çà et là des variations dans le nombre des diverses parties de la fleur : le calice peut présenter cinq divisions ; la corolle trois pétales (ou bien deux des quatre pétales normaux peuvent demeurer unis en une seule pièce) et il y a des ovaires à trois ou cinq loges. La même variation s'observera donc dans le fruit, qui est une capsule globuleuse, accompagnée à sa base du calice, à péricarpe mince, et déhiscente à partir du sommet en valves triangulaires. Une fois la déhiscence opérée, les graines se montrent, en petit nombre, réunies en une sphère commune, grâce à un duvet abondant qui les recouvre. Leur coupe longitudinale est réniforme et laisse apercevoir un abondant albumen bilamellé, dont la cavité donne place à un embryon allongé, à radicule obclaviforme et cotylédons ovales, minces, appliqués exactement l'un contre l'autre.

« Si cette plante appartient, comme il semble, aux Tiliacées, nous avons sous les yeux un type de cette famille, généralement hypogyne, remarquable par la légère périgynie de son périanthe et de son androcée. »

C'est avec raison que Baillon n'a pas insisté sur l'appareil végétatif. Tel qu'il est actuellement conservé dans l'Herbier du Muséum et qu'il a été mis à ma disposition, l'échantillon type est, en effet, dépourvu de tige et consiste en deux feuilles

(1) Baillon, *Quelques nouveaux types de la flore du Congo* (Bull. de la Soc. Linn. de Paris, p. 609, juillet 1886).

détachées et en quatre fleurs également détachées, quelques autres fleurs et tous les fruits ayant dû être sans doute sacrifiés pour l'étude. Heureusement, l'organisation de la fleur et du fruit a été représentée par une série de dessins dus au crayon de Faguet et formant une planche conservée dans nos Collections. On a eu tort seulement d'y figurer aussi une des deux feuilles, car c'est par erreur que Baillon les a attribuées à sa plante. J'ai pu m'assurer qu'elles ne lui appartiennent pas. Elles renferment, en effet, dans le pétiole et dans le limbe, des canaux sécréteurs résinifères, dont toutes les plantes que nous étudions ici sont entièrement dépourvues. Par là, ainsi que par leur mode différent de nervation, elles proviennent probablement de quelque Clusiacée. De sorte que l'échantillon type du genre se réduit actuellement à quatre fleurs séparées.

Il m'a été possible pourtant de le compléter et d'achever ainsi l'étude de cette remarquable espèce.

Thollon a récolté, en effet, deux ans plus tard, en avril 1888, aussi à Brazzaville, au Congo français, un rameau feuillé et des fleurs (n° 962) d'un arbre de ce genre « commun en forêt ». Comparées à celles du B. du Congo, les fleurs se montrent de tout point identiques ; il faut donc admettre que ce second échantillon, que Baillon paraît n'avoir pas connu, appartient à la même espèce.

Le jeune rameau, où le liège se fait de très bonne heure, est couvert d'une pubescence rousse. Isolées distiques, simples et sans stipules, les feuilles sont pétiolées, très brièvement et d'un seul côté, à limbe coriace, brunâtre par-dessus, roussâtre par-dessous, ovale, faiblement atténué à la base où ses deux moitiés sont un peu inégales, prolongé en pointe au sommet, penninerve à nervures secondaires espacées, au nombre de trois ou quatre de chaque côté, peu visibles en haut, relevées et réunies en arcades vers le bord, qui est entier dans la moitié inférieure, mais muni de quelques petites dents espacées dans la moitié supérieure. Elles mesurent $8^{cm},5$ à 9 centimètres de long sur 4 centimètres à $4^{cm},5$ de large ; nul du côté le plus étroit, le pétiole a un millimètre de long du côté le plus large.

En ce qui concerne la fleur de cette espèce, il faut remarquer que la description de Baillon offre, non seulement des lacunes,

puisque ni le mode d'inflorescence, ni le sens de l'anatropie de l'ovule, ni l'origine du « duvet » qui recouvre la graine, ni la nature de l'albumen ne sont mentionnés, mais encore plusieurs inexactitudes. Ainsi, le calice n'a pas quatre dents, ni la corolle quatre pétales, libres et valvaires, pouvant se réduire à trois. Ainsi encore, les anthères ne s'ouvrent pas sur les bords par des fentes longitudinales. On reviendra plus loin sur tous ces points ; il suffit ici d'avoir complété la description du B. du Congo, c'est-à-dire de l'espèce type du genre.

2. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Soyaux a récolté à la ferme de Sibange, au Gabon, en septembre 1880, des rameaux feuillés et des fleurs détachées de branches âgées (n° 130) d'un arbre que M. Oliver a rapporté à son genre Rhaptopétale et qu'il a décrit et figuré en 1883 sous le nom de Rh. de Soyaux (*Rh. Soyauxii* Oliver) (1). J'en transcris ici la description :

« Arborescens, ramulis ultimis gracilibus glabris, foliis ellipticis obtuse acuminatis denticulatis membranaceis glabris brevissime petiolatis, floribus e trunco nascentibus fasciculatis breviter pedicellatis, staminibus pluriseriatis filamentis basi breviter coalitis antheris fere duplo longioribus, ovario 5-7 loculare.

« Rami lenticellati, fuscescentes. Folia 2-3 poll. longa, 1-1/2 poll. lata, basi rotundata, venulis primariis utrinque 3-6. Flores 1 1/4 poll. diam., glabri ; pedicelli glabrati 2-3 lin. longi. Calyx patelliformis, margine crenato-undulatus. Petala basi brevissime coalita, ovato-oblonga, coriacea, æstivatione valvata. Antheræ basifixæ, oblongæ, obtusæ, apice poris obliquis dehiscentes. Ovarium depresso-globosum, glabrum ; ovula ∞, horizontalia vel pendula, anatropa.

« I have not seen fruit nor seed ».

Par les feuilles dentées, par les filets staminaux plus longs que les anthères, par l'ovaire supère et, ajoutons-le, bien que M. Oliver n'ait pas connu ces deux nouvelles différences, par son fruit, qui est une capsule loculicide et non une drupe, et par sa graine, où l'albumen est entier et non ruminé, cette plante s'éloigne trop du Rh. coriace pour pouvoir demeurer comprise dans le même genre. Tous ces caractères la rattachent, au con-

(1) Oliver dans Hooker, *Icones plantarum*, XV, p. 4, pl. MCCCCV, 1883.

traire, à côté de l'espèce précédente, au genre Brazzeier. Ce sera donc désormais le B. de Soyaux (*B. Soyauxii* (Oliver) v. T.).

Il diffère du B. du Congo par ses feuilles membraneuses, quoique opaques, à nervures visibles sur les deux faces, en creux en haut, en relief en bas, à bord nettement denté tout du long, et plus petites, mesurant 5 à 6 centimètres de long, dont 1 centimètre environ pour la pointe, sur 2cm,5 à 3 centimètres de large. Il s'en distingue aussi par son calice non festonné et par sa corolle non pointue dans le bouton.

M. Jolly a récolté près de Libreville, au Gabon, en 1894, des rameaux feuillés, accompagnés de fleurs et de fruits, d'un arbuste grimpant de 10 mètres de haut (n° 50), nommé *Acolla* par les pahouins. M. Pierre en a fait, en 1895, le type d'un genre nouveau Érythropyxide (*Erythropyxis*), sous le nom d'É. grimpante (*E. scandens* Pierre). Ce genre, il l'a d'abord classé avec doute parmi les Styracacées. Mais bientôt après, en 1896, en ayant mieux connu la corolle et l'androcée, il l'a placé à côté des genres Rhaptopétale, Scytopétale et Brazzeier (1). L'étude de cette plante m'a montré que, par tous ses caractères, c'est purement et simplement un Brazzeier (1). Le genre Érythropyxide doit donc être supprimé comme tel et passer aux synonymes. C'est seulement parce qu'il ne connaissait à cette époque le genre Brazzeier que par la description sommaire et en plusieurs points inexacte de Baillon, citée plus haut, que M. Pierre a été conduit à cette création. Mieux informé, il y renonce aujourd'hui, comme en témoignent les notes de son Herbier.

Par ses feuilles membraneuses à bord denté, cette plante ressemble plus au B. de Soyaux qu'au B. du Congo. Elle en diffère pourtant, non seulement par ses rameaux grêles et flexueux et son port grimpant, mais encore par ses feuilles, qui ne sont pas seulement membraneuses, mais encore translucides, à nervures opaques et sombres. C'est donc une espèce distincte, qu'on nommera désormais B. grimpant (*B. scandens* (Pierre) v. T.). La capsule y est rouge, globuleuse, surmontée d'une

(1) Pierre, *Plantes du Gabon* (Bull. de la Soc. Linn. de Paris, p. 1265 et p. 1266, juin 1896).

pointe, base persistante du style, à cinq ou six valves, et mesure environ 3 centimètres de diamètre.

M. Engler a déjà remarqué, en 1903, que la plante de Soyaux doit être retirée du genre Rhaptopétale où l'avait classée M. Oliver ; mais, ne connaissant pas le genre Brazzeier et tenant pour justifiée la création par M. Pierre du genre Érythropyxide, c'est à ce genre qu'il l'a rapportée, sous le nom d'É. de Soyaux (*E. Soyauxii* (Oliver) Engler). Il a bien vu aussi, mais seulement d'après sa description, que l'É. grimpante de M. Pierre est très voisine de l'É. de Soyaux, « si ce n'est pas, dit-il, la même plante », doute qu'il n'aurait probablement pas émis s'il avait pu comparer les deux échantillons (1). Il faut dire que le même doute règne dans l'esprit de M. Pierre, comme on le voit par les notes de son Herbier ; mais pour lui, c'est parce qu'il ne connaît pas la plante de Soyaux.

Au B. grimpant M. Engler rattache l'arbuste dressé de 1 mètre de haut dont M. Zenker a rapporté de Bipinde, au Cameroun, en novembre 1891, des rameaux feuillés et des fleurs (n° 1119). Je ne connais pas encore ces échantillons, mais comme M. Engler n'a pas pu les comparer à ceux de M. Pierre, il est permis de conserver quelque doute sur cette identification.

Dewèvre a récolté, en novembre 1895 (n° 469) et en mars 1896 (n° 808), au Congo belge, des échantillons avec fleurs et fruits d'un arbre de 7 à 10 mètres que MM. De Wildeman et Durand ont rapporté au genre Rhaptopétale et décrit en 1901 sous le nom de R. de Eetveld (*R. Eetveldianum* De Wildeman et Durand) (2). Je n'ai pas encore pu étudier cette espèce, dont les auteurs ne disent pas si l'ovaire est supère ou semi-infère, ni si l'albumen y est entier ou ruminé, deux caractères qu'il est pourtant nécessaire de connaître. Mais puisque les étamines y ont le filet beaucoup plus long que l'anthère, elle me paraît devoir être séparée des Rhaptopétales et rattachée aux Brazzeiers. Ce serait donc le B. de Eetveld (*B. Eetveldiana* (De Wildeman et Durand) v. T.). M. Engler a fait de son côté cette séparation, en 1903, mais en

(1) Engler, *Scytopetalaceæ africanæ* (Bot. Jahrb. für Syst. XXXII, p. 103, 1903).

(2) De Wildeman et Durand, *Reliquiæ Dewevreanæ*, I, p. 42, 1901.

classant la plante, à côté de celle de Soyaux, dans le genre Érythropyxide (1).

Le P. Klaine a récolté aux environs de Libreville, au Gabon, de 1898 à 1901, des rameaux feuillés, accompagnés, soit de fleurs, soit de fruits, soit des deux à la fois, naissant sur des branches âgées, qui, par leurs feuilles membraneuses et dentées, ressemblent au B. de Soyaux et au B. grimpant, mais où une comparaison attentive reconnaît plusieurs espèces, distinctes des précédentes et entre elles.

C'est d'abord « une liane à fleurs rougeâtres », trouvée en fleurs en octobre 1898 (n° 1340), ressemblant par son port au B. grimpant, mais s'en distinguant aussitôt par ses feuilles pétiolées, à pétiole mesurant 3 à 4 millimètres, à limbe moins transparent et faiblement denté. Elle s'en éloigne encore par son ovaire à six loges renfermant chacune deux séries d'ovules seulement et non pas quatre séries. Ce sera donc le B. bisérié (*B. biseriata* v. T.). On n'en connaît pas encore le fruit.

C'est ensuite un arbuste dressé de 2 mètres de hauteur à fleurs roses, trouvé en fleurs en novembre 1900 (n° 2015), en fruits en juillet 1900 (n° 1893), en juin 1901 (n° 2247) et en juillet 1901 (n° 2329), remarquable par ses feuilles subsessiles, semi-translucides et faiblement dentées, par sa corolle longuement conique dans le bouton, s'ouvrant par déchirure en 2 ou 3 larges lanières seulement, par son ovaire sphérique à 4 ou 5 loges à ovules quadrisériés, et par sa capsule sphérique parfois à 4, ordinairement à 5 valves, mesurant environ 2 centimètres de diamètre. Ce sera le B. rose (*B. rosea* v. T.).

C'est enfin un arbuste plus grand, atteignant 6 à 8 mètres, également à fleurs roses, trouvé en fleurs en septembre 1898 (n° 1319), en fruits en décembre 1898 (n° 1319) et en novembre 1900 (n° 2024). Il diffère du précédent par ses feuilles, qui sont pétiolées, à limbe translucide et nettement denté, plus grandes, mesurant 8 à 11 centimètres de long sur 4 à 5 centimètres de large, mais surtout par son fruit, également à 5, rarement 4 ou 6 valves, mais qui est aminci en pointe au sommet et non sphérique, mesurant 2^{cm},5 de long sur 2 centi-

(1) Engler, *loc. cit.*, p. 103, 1903.

mètres de large. Cette espèce a déjà été reconnue distincte par M. Pierre, qui l'a nommée dans son Herbier B. de Klaine (*B. Klainei* Pierre ms.). On lui conservera ce nom.

Le P. Trilles a récolté au Gabon, en 1897, des rameaux feuillés, avec fruits sur les branches âgées (n° 10) d'un arbre de 15 à 20 mètres, croissant au bord des ruisseaux, nommé *Obiangùan* par les indigènes et « très recherché par eux comme médecine ». Par ses feuilles sessiles, translucides et dentées à longue pointe, il ressemble à plusieurs des espèces précédentes; mais de toutes il se distingue par son fruit, sphérique comme dans le B. rose, mais plus gros, mesurant 3 centimètres de diamètre, et s'ouvrant en 8 valves, parce que l'ovaire qui l'a formé avait 8 loges. M. Pierre a reconnu déjà l'autonomie de cette espèce, qu'il a nommée, dans son Herbier, B. de Trilles (*B. Trillesiana* Pierre ms.).

M. Lecomte a trouvé à Pimbi, au Congo français, en mars 1894, un petit arbre à fruits rouges attachés aux branches âgées (E. 114). C'est encore un Brazzeier, qui par ses fruits à 4 ou 5 valves, amincis en pointe au sommet, ressemble au B. de Klaine, mais qui en diffère d'abord parce qu'ils sont plus gros, mesurant 3 centimètres à $3^{cm},5$ de long sur $2^{cm},5$ à 3 centimètres de large, ensuite parce que les feuilles sont brièvement pétiolées à limbe très faiblement denté. C'est une espèce distincte, que je nommerai B. acuminé (*B. acuminata* v. T.).

M[gr] Leroy a récolté au Gabon, en 1895 (n° 14), un rameau feuillé, avec fleurs et fruits insérés sur une branche âgée, d'un arbre du même genre, à fruit sphérique s'ouvrant en 5 valves, qui diffère du B. de Soyaux par ses feuilles pellucides et du B. rose par sa corolle brièvement conique dans le bouton. C'est encore une espèce nouvelle, que je nommerai B. pellucide (*B. pellucida* v. T.).

En somme, le genre Brazzeier se trouve donc composé pour le moment de ces dix espèces, toutes de l'Afrique tropicale occidentale, dont six nouvelles et trois déjà décrites, mais rapportées à deux genres différents. A part le B. de Eetveld, j'ai pu les étudier toutes sur les échantillons originaux.

3. *Conformation externe et structure de la tige et de la feuille.*

— Ce sont des arbres ou des arbustes, parfois grimpants, couverts dans le jeune âge d'une pubescence rousse, dont les rameaux, qui portent des feuilles isolées distiques, offrent d'un seul côté deux côtes longitudinales séparées par un large sillon, provenant de la décurrence unilatérale de ces feuilles. Tout ce qui a été dit à cet égard pour les Oubanguiers (p. 329) et pour les Scytopétales (p. 344) s'applique ici exactement.

La feuille est simple, sans stipules, à limbe ovale plus ou moins atténué à la base, mais toujours inégalement des deux côtés, ce qui le rend dissymétrique, la moitié la plus étroite, qui est décurrente, descendant plus bas que l'autre, qui ne l'est pas. Il est ordinairement sessile du côté le plus étroit, pétiolé sur une longueur de un millimètre environ du côté le plus large, rarement pétiolé des deux côtés sur une longueur de 3 ou 4 millimètres (B. bisérié, de Klaine). Il est atténué au sommet, où il se prolonge en une pointe plus ou moins longue, pouvant atteindre 10 à 15 millimètres. Son bord est toujours denté, quelquefois très faiblement au point de paraître d'abord entier (B. du Congo, acuminé). Il est tantôt coriace (B. du Congo), tantôt membraneux (B. de Soyaux, etc.), souvent même translucide (B. grimpant, pellucide, de Klaine, etc.). Sa nervation est pennée, à nervures latérales distantes et peu nombreuses, remontant et s'unissant en arcades non loin du bord, visibles sur les deux faces, en saillie en bas, en creux en haut, moins apparentes en haut lorsqu'il est coriace (B. du Congo). Sa dimension, assez peu variable suivant les espèces, oscille entre 5 et 10 centimètres de long sur 2 à 4 centimètres de large.

L'épiderme de la jeune tige prolonge bon nombre de ses cellules en poils courts, unicellulaires, à membrane bientôt épaissie et lignifiée : d'où la pubescence rousse signalée plus haut; les cellules qui ne se développent pas en poils épaississent aussi et lignifient leur face externe. L'écorce est très peu épaisse, réduite à quatre assises de cellules à parois minces, dont quelques-unes renferment des cristaux octaédriques; excepté toutefois le long de chacune des deux côtes où, s'épaississant davantage, elle renferme une méristèle à faisceau libéroligneux normalement orienté, ou plus exactement tournant son bois vers son congénère, entouré d'un péridesme fibreux,

à fibres lignifiées seulement dans la lame mitoyenne. L'écorce n'a donc ici ni cristarque, comme chez les Oubanguiers, ni cellules scléreuses, comme dans les Scytopétales.

La stèle a son péricycle différencié en larges et minces arcs fibreux, à fibres lignifiées seulement dans la lame mitoyenne, séparés par quelques cellules de parenchyme, qui s'élargissent plus tard en écartant davantage les arcs fibreux. Le liber secondaire, où les rayons unisériés se dilatent en éventail vers l'extérieur et renferment des octaèdres, a ses compartiments formés d'une alternance d'assises de tubes criblés et d'assises fibreuses à fibres peu lignifiées; en un mot, il est stratifié. Le bois secondaire, divisé par des rayons 1-3 sériés, a ses compartiments formés, entre les vaisseaux, par un mélange de fibres lignifiées et de cellules de parenchyme à membranes non lignifiées, où ces deux éléments alternent çà et là très régulièrement. Sans les épaissir notablement, la moelle lignifie de bonne heure les membranes de ses cellules.

Malgré ses poils, c'est l'épiderme qui engendre de très bonne heure le périderme. L'assise externe du liège, formée par les calottes externes lignifiées des cellules épidermiques, çà et là prolongées en poils scléreux, a ses éléments aplatis; la seconde assise, au contraire, et les suivantes sont formées de grandes cellules à section carrée, qui conservent minces leurs parois subérisées. Le phelloderme se réduit longtemps à une seule assise. C'est peut-être l'extrême précocité de ce périderme qui explique ici l'absence de cristarque et de cellules scléreuses dans l'écorce.

Ainsi constituée, la structure de la tige n'est, comme sa forme, symétrique que par rapport à un seul plan, qui passe par l'axe et par le milieu de l'intervalle entre les deux méristèles corticales. En un mot, elle est bilatérale, de la même manière et pour la même raison que chez les Oubanguiées.

Les feuilles y sont insérées de façon que leur plan médian commun soit perpendiculaire à ce plan de symétrie. Chacune reçoit de la stèle au nœud une large méristèle en arc. En se détachant, celle-ci sépare de son bord voisin du sillon, une petite branche qui s'unit aussitôt avec la méristèle corticale voisine demeurée indivise. Un peu plus haut, son bord opposé sépare

aussi une petite branche, qui demeure à côté d'elle, puis le tout passe dans la feuille, dont la base possède ainsi au milieu une large méristèle et de chaque côté une méristèle plus petite. Après le départ, la stèle de la tige détache, au point correspondant à la méristèle corticale sortie, une petite méristèle qui en prend la place dans l'écorce, où elle chemine ensuite la longueur de deux entre-nœuds avant de sortir à son tour dans la feuille superposée. En un mot, l'insertion de la feuille, dissymétrique en dedans comme en dehors, s'opère ici exactement comme il a été dit plus haut chez les Oubanguiers.

Dans le pétiole, l'épiderme, tantôt muni sur la face inférieure de papilles (B. de Klaine, grimpant, rose, etc.) ou de poils (B. acuminé, etc.), tantôt glabre (B. du Congo), renferme dans la plupart de ses cellules une substance sécrétée particulière, fortement colorée en rouge par le carmin. L'écorce, formée tout entière de cellules à membranes cellulosiques, contient d'ordinaire des cristaux octaédriques, parfois aussi des mâcles (B. de Klaine, grimpant). Ouverte en arc à la base même, la large méristèle médiane se reploie aussitôt vers le haut et réunit ses bords en une courbe fermée, qui se continue ainsi dans toute la côte médiane du limbe, comme chez les Oubanguiers, au lieu de rester plane, comme chez les Scytopétales.

Dans le limbe, à part les méristèles latérales passées dans la lame à la base, la côte médiane est conformée comme le pétiole, avec un épiderme inférieur papilleux, velu ou glabre, suivant les espèces. La lame a son épiderme formé de grandes cellules bombées en dedans, dont un plus ou moins grand nombre, surtout en haut, sécrètent cette substance colorée fortement par le carmin qu'on a signalée déjà dans le pétiole; leurs parois latérales sont ondulées. En haut, il est dépourvu de stomates, qui sont localisés sur la face inférieure. Ils ont la même structure que chez les Oubanguiées, c'est-à-dire qu'ils sont entourés d'un cadre de trois cellules annexes, deux plus grandes perpendiculaires et une plus petite parallèle à la fente; mais ici, cette dernière seule renferme la substance violette que toutes les trois possèdent chez les Oubanguiers et dont toutes les trois sont dépourvues chez les Scytopétales : d'où, sous ce

rapport, une transition remarquable entre ces deux genres.

Tantôt faiblement palissadique en haut (B. du Congo, rose, de Soyaux), tantôt pas du tout (B. pellucide, grimpant, de Klaine, etc.), l'écorce est mince et renferme un grand nombre de sclérites filiformes, très faiblement ou pas du tout lignifiées, rampant sous l'assise palissadique quand elle existe (B. du Congo, rose, de Soyaux). Les méristèles y sont petites, non cloisonnantes, avec fibres péridesmiques peu ou point lignifiées.

4. *Organisation de la fleur, du fruit et de la graine.* — Les fleurs ne se développent pas ici, comme dans les Oubanguiées, à l'extrémité du rameau feuillé et à l'aisselle de ses feuilles supérieures; elles naissent tardivement sur le tronc et les branches âgées, en des points quelconques sans rapport avec les feuilles tombées et par voie endogène. Produit dans la région interne du liber secondaire, le bourgeon floral endogène doit percer successivement la zone externe de la stèle, l'écorce et le périderme pour paraître au dehors. Avant de se terminer par une fleur, le pédoncule produit sur ses flancs, vers sa base, quelques bractées distiques, qui tantôt demeurent toutes stériles, et l'inflorescence est solitaire, tantôt forment à leur aisselle un ou quelques pédicelles secondaires, eux-mêmes dépourvus de bractées et terminés chacun par une fleur, et l'inflorescence est une courte grappe simple, ombelliforme et pauciflore. Dans tous les cas, on peut dire que l'inflorescence est, tantôt virtuellement, tantôt réellement, une grappe simple, ressemblant ainsi à celle des Scytopétales.

Le pédoncule primaire, considéré au-dessus de sa dernière bractée, ou l'un de ses rameaux, considéré dans toute sa longueur, le pédicelle floral, en un mot, a son écorce dépourvue de côtes en dehors et de méristèles en dedans; il possède donc la symétrie axiale ordinaire. L'épiderme y est, comme dans la tige, muni de papilles et de poils courts unicellulaires.

Le calice est gamosépale, court, cupuliforme, largement ouvert dès le début et persistant. Le plus souvent, la concrescence règne dans toute la longueur, le bord de la coupe est entier et rien n'indique le nombre des sépales qui entrent dans sa constitution. Quelquefois pourtant, elle n'atteint pas le

sommet, le bord de la coupe est festonné et le nombre des festons accuse celui des sépales; il y a, par exemple, ordinairement dix festons dans le B. du Congo.

La corolle, qui dépasse beaucoup le calice et protège seule les parties internes dans le bouton, est épaisse et coriace, consistance qu'elle doit à ce que toutes les cellules de son écorce ont leurs membranes fortement épaissies dans les angles, en un mot sont du collenchyme. Elle est gamopétale et la concrescence s'étend ici, non seulement à toute la longueur des pétales, jusqu'à leur pointe extrême, mais encore à toute leur épaisseur, d'un épiderme à l'autre, de sorte qu'il n'y a ici sur la face externe ni lignes longitudinales, ni sillons permettant de compter dans le bouton le nombre des pétales constitutifs, comme cela a toujours lieu chez les Oubanguiées. Dans ce bonnet conique homogène, pas plus que dans la cupule du calice à bord entier, il n'est possible d'estimer le nombre des feuilles constitutives d'après l'étude de la section transversale, tant les petites méristèles, dont il y a plusieurs pour chaque feuille, y sont nombreuses et rapprochées, comme on l'a vu plus haut chez les Oubanguiées (p. 336) Quand le calice est festonné, on peut admettre, il est vrai, dans la corolle, autant de pétales que de festons, dix par exemple dans la fleur du B. du Congo, citée plus haut. Mais lorsque le calice est entier, et c'est le cas le plus fréquent, cette ressource fait défaut et la question demeurerait, pour les deux verticilles, également indécise, s'il n'y avait, comme on le verra tout à l'heure, une autre manière de la résoudre.

A plus forte raison encore que chez les Oubanguiées, une telle corolle ne peut s'épanouir que par déchirure. Celle-ci s'opère parfois circulairement à la base même et le bonnet se détache tout d'une pièce; le plus souvent, elle s'opère longitudinalement de haut en bas à partir du sommet, en séparant des lanières, au nombre de deux à cinq, d'autant plus larges qu'elles sont moins nombreuses, composées chacune de plusieurs pétales, qui s'étalent en se recourbant vers le bas et finalement se détachent à la base.

Ici, comme chez les Oubanguiées, tous les auteurs ont admis que les pétales sont libres et valvaires, ne faisant que se

séparer au moment de l'épanouissement, ce qui les a conduits à regarder chaque lanière comme un simple pétale et à attribuer en conséquence à la corolle de ces plantes un nombre de pétales beaucoup plus petit qu'il n'est en réalité. C'est ainsi que Baillon a donné trois ou quatre pétales au B. du Congo, M. Oliver, et tout récemment encore M. Engler, cinq pétales au B. de Soyaux, MM. De Wildeman et Durand quatre pétales au B. de Eetveld. Seul, M. Pierre paraît avoir vu plus exactement les choses dans le B. grimpant : « La corolle, dit-il, en forme de dé à coudre, très charnue, est entière.... Elle tombe d'une seule pièce » (*Loc. cit.*, p. 1266, 1896).

Plus complète encore ici que chez les Oubanguiées, puisque la concrescence porte sur toute l'épaisseur des pétales, cette gamopétalie est un fait important, qui devra être pris en grande considération plus tard, quand il s'agira de rechercher la place que ces plantes doivent occuper dans la Classification.

L'androcée se compose d'un grand nombre d'étamines, également réparties tout autour et disposées d'ordinaire en quatre cercles concentriques. Chacune d'elles a un filet grêle plus long que l'anthère, qui est basifixe, étroite, à quatre sacs polliniques s'ouvrant au sommet par deux larges pores obliques : quelquefois, les sacs dépassent un peu le connectif et l'anthère est bifurquée au sommet (B. du Congo) ; le plus souvent c'est, au contraire, le connectif qui dépasse un peu les sacs et elle est pointue au sommet (B. grimpant, de Soyaux, etc.). Comme il arrive fréquemment dans les anthères poricides, l'assise externe de l'écorce qui entoure les sacs polliniques ne prend pas de bandes d'épaississement ; en un mot, il n'y a pas d'assise mécanique. Les grains de pollen sont sphériques à trois pores, ce qui les rend un peu triangulaires. C'est donc par erreur que Baillon a attribué aux anthères du B. du Congo une déhiscence longitudinale, tandis que M. Oliver avait, trois ans plus tôt, reconnu la déhiscence poricide dans le B. de Soyaux.

La série des coupes transversales et longitudinales, pratiquées dans la base de la fleur à l'état de bouton prêt à s'épanouir, montre que la stèle du pédicelle, en se dilatant, produit quatre cercles concentriques de nombreuses méristèles, destinés respectivement, de dehors en dedans, au calice, à la corolle, à l'an-

drocée et au pistil : après quoi, les quatre verticilles se séparent presque en même temps, sous forme d'autant d'anneaux. Dans le troisième anneau, les méristèles ne tardent pas à se diviser chacune radialement à trois reprises, de manière à former quatre cercles concentriques ; puis s'opère progressivement, de dedans en dehors, la séparation de toutes ces méristèles dans autant de filets staminaux inégaux, les plus longs en dedans, les plus courts en dehors, terminés par autant d'anthères, serrées côte à côte et accolées dans l'étroite enceinte du bouton. Les nombreuses étamines procèdent donc de ramification et sont concrescentes à la base ; en un mot, l'androcée est méristémone et légèrement gamostémone, comme chez les Oubanguiées ; mais ici, l'androcée n'est pas concrescent à la corolle à la base et l'inégalité de longueur des étamines s'y produit en sens inverse.

Faiblement concrescent à la base avec les trois verticilles externes, mais supère en somme, le pistil est formé de carpelles fermés et concrescents dans toute leur longueur en un ovaire pluriloculaire, surmonté d'un style plus long que lui, terminé par un renflement stigmatique lobé. Variable d'une fleur à l'autre dans la même espèce, le nombre des carpelles et des loges oscille entre trois et huit comme limites extrêmes ; il est ordinairement de cinq, pouvant s'abaisser à quatre ou s'élever à six. Dans les espèces à calice festonné, le nombre des loges est moitié de celui des festons, cinq par exemple, dans la fleur à dix festons au calice du B. du Congo, citée plus haut. Si l'on se rappelle que, dans les Oubanguiées aussi, le nombre des carpelles est moitié de celui des pétales et des sépales, on en conclura que, pour connaître le nombre des sépales et des pétales d'une fleur à calice entier, il suffit de doubler le nombre des loges de son ovaire. S'il y en a cinq, comme le plus souvent, il faut attribuer dix sépales au calice et autant de pétales à la corolle. S'il y en a huit, comme dans le B. de Trilles, il faut compter seize sépales et autant de pétales. Le problème posé tout à l'heure se trouve ainsi indirectement résolu.

On en conclut, par exemple, que dans le B. du Congo, qui a trois à cinq carpelles, il y a six à dix pétales, et non trois ou quatre suivant Baillon ; que dans le B. de Soyaux, il y a

dix à quatorze pétales, et non cinq d'après M. Oliver et M. Engler; que dans le B. de Eetveld, qui a aussi cinq à sept carpelles, il y a aussi dix à quatorze pétales, et non quatre suivant MM. De Wildeman et Durand.

L'ovaire a une paroi externe très épaisse et des cloisons minces unies par concrescence au centre, où se trouve un cercle de méristèles inverses; mais cette concrescence cesse vers le milieu de la hauteur. Là, les cloisons se séparent, entraînant chacune dans son bord une des méristèles, mais restent néanmoins rapprochées; de sorte que, si les carpelles sont maintenant en réalité ouverts et si l'ovaire est devenu par là uniloculaire, il n'en reste pas moins partagé en autant de compartiments qu'il a de loges plus bas. C'est l'exagération du fait constaté déjà chez les Oubanguiées, mais au sommet de l'ovaire seulement, au-dessus de l'insertion des deux ovules.

La paroi externe de l'ovaire offre, vers le milieu de son épaisseur, une assise de cellules remarquablement différenciées. Elles sont très courtes et très fortement allongées suivant le rayon, à bout externe arrondi, à bout interne pointu, à membrane fortement épaissie et lignifiée. En dedans comme en dehors, l'écorce renferme des méristèles. Bien que tout autrement conformée, cette assise scléreuse correspond à la couche scléreuse signalée plus haut (p. 338) dans l'ovaire des Oubanguiers, et annonce un fruit de même sorte. Pour permettre la dilatation ultérieure de la paroi ovarienne, elle conserve, ici aussi, çà et là quelques cellules à membranes minces, demeurées vivantes, qui s'accroissent, se cloisonnent et ne se sclérifient qu'à la fin dans le péricarpe mûr.

Stériles dans leur région inférieure, les bords carpellaires portent chacun, à partir d'une certaine hauteur, mais dès avant leur séparation, côte à côte deux séries longitudinales d'ovules, qui s'y continuent ensuite au-dessus de leur séparation. Les ovules forment donc, à l'angle interne de chaque loge, quatre séries et plus haut, dans la région uniloculaire, sur le bord libre et épaissi de chaque cloison, aussi quatre séries continuant les premières. On en compte souvent six superposés dans chaque série. Il y a pourtant des espèces, comme le B. bisérié, qui doit son nom à cette disposition, où chaque bord carpellaire ne porte

qu'une seule série d'ovules, qui sont bisériés dans chaque loge et au bord libre de chaque cloison.

Ainsi insérés, en placentation axile tout du long, les ovules sont anatropes, pendants, à raphé dorsal, épinastes par conséquent, comme chez les Oubanguiées. Ils ont aussi la même structure que dans cette tribu, c'est-à-dire qu'ils sont transpariétés unitegminés.

Entouré à la base par le calice cupuliforme persistant, mais non accru, le fruit, qui est ordinairement rouge et sphérique, parfois atténué en pointe au sommet (B. de Klaine, acuminé), est une capsule loculicide, marquée d'autant de côtes que l'ovaire avait de loges et s'ouvrant de haut en bas, le long de ces côtes, en autant de valves triangulaires ; il y ordinairement cinq valves, pouvant s'abaisser à quatre et s'élever à six, dans la même espèce ; il y en a huit dans le B. de Trilles. C'est donc par erreur que M. Pierre a décrit, en 1896, la capsule du B. grimpant comme septicide (*loc. cit.*, p. 1265).

De même que la paroi externe de l'ovaire dont il dérive, le péricarpe est formé de trois couches : l'externe est parenchymateuse à cellules isodiamétriques; la moyenne est scléreuse à cellules sur un seul rang, très courtes, mais très allongées radialement et effilées en dedans; l'interne est parenchymateuse, comme l'externe, mais à cellules très étroites et très allongées dans le sens de la longueur. Les deux couches parenchymateuses renferment des méristèles. En rapport avec la nature capsulaire du fruit, cette structure rappelle, avec une structure différente de la couche moyenne scléreuse, celle qui a été observée plus haut dans le fruit, également capsulaire, des Oubanguiers. D'où une remarque qui, permettant de prévoir la nature du fruit quand on connaît la structure de l'ovaire, se trouve être très utile dans le cas assez fréquent où le fruit est inconnu. On y reviendra plus loin.

A l'intérieur du péricarpe, où les minces cloisons ovariennes ont totalement disparu, un certain nombre des ovules de chaque loge se sont développés en autant de graines, appliquées l'une contre l'autre et assez intimement unies en boule par une couche filamenteuse, blanche et glutineuse, qui revêt chacune d'elles. La graine est aplatie, renflée au milieu et sur les bords,

avec deux larges sillons sur chaque face. Le long du bord et tout autour, le tégument, qui est mince, parenchymateux et rouge brun, renferme une large méristèle, provenant du raphé prolongé en boucle du côté opposé jusqu'au micropyle et fixant le plan de symétrie. Tout le long de cette boucle et dans toute sa largeur, l'épiderme prolonge toutes ses cellules en poils blancs très longs, simples et sans cloisons transverses, serrés et agglutinés, formant une sorte de crinière. Cette crinière annulaire se partage aussitôt par une raie médiane en deux bandeaux, qui se rabattent sur chaque face plane et se rejoignent au milieu en la recouvrant complètement. Telle est l'origine très simple de cette tunique filamenteuse, aperçue dès 1886 par Baillon sous forme « d'un duvet abondant » dans le B. du Congo et signalée plus explicitement, en 1896, par M. Pierre dans le B. grimpant.

Ce tégument recouvre un abondant albumen corné, blanc d'ivoire, à bord entier, sans trace de rumination, dont les cellules, petites et à parois cellulosiques très épaisses, sont disposées en séries radiales. Il renferme suivant son axe, dans sa moitié supérieure, un embryon droit à radicule supère, à longue tigelle sans côtes ni méristèles corticales, à larges et minces cotyles foliacées, appliquées l'une contre l'autre suivant la largeur de la graine et légèrement plissées en long vers les bords. Les cotyles étant situées de part et d'autre du plan de symétrie du tégument, l'embryon est, ici aussi, accombant au raphé.

5. *Comparaison du genre Brazzeier avec les deux genres précédents.* — Comparé aux deux genres Oubanguier et Scytopétale, le genre Brazzeier offre une longue série de différences, qu'il convient de résumer ici.

La jeune tige, le pétiole, pour autant qu'il existe, et la côte médiane du limbe sur sa face inférieure sont munis de poils unicellulaires et scléreux. L'écorce de la tige est dépourvue à la fois de cristarque et de cellules scléreuses. La feuille est dentée. Toujours simple et sans stomates en haut, l'épiderme y a de nombreuses cellules sécrétrices. Les fleurs naissent par voie endogène sur les branches âgées. La corolle est dépourvue de sillons

permettant d'y compter dans le bouton le nombre des pétales. L'anthère, dénuée d'assise mécanique, s'ouvre par deux pores au sommet. Dans le pistil, les carpelles, fermés seulement en bas, ouverts en haut, sont pluriovulés. Le fruit est pluriséminé et la graine est tuniquée.

Des Oubanguiers, dont ils partagent la fermeture de la méristèle dans le pétiole et la côte médiane du limbe, ainsi que le fruit capsulaire et l'albumen entier, les Brazzeiers diffèrent, en outre, par l'origine épidermique du périderme. Des Sextopétales, dont ils partagent le périderme épidermique, ils diffèrent, en outre, par la non fermeture de la méristèle médiane de la feuille, ainsi que par le fruit capsulaire et l'albumen non ruminé.

Somme toute, ce genre diffère des deux précédents beaucoup plus que ceux-ci ne diffèrent entre eux et par là se montre le représentant d'un groupe distinct, d'une tribu nouvelle, où il a pour compagnon le genre suivant, qui nous reste à étudier.

4. Genre **RHAPTOPÉTALE**.

Ovaire semi-infère. Drupe uniséminée. Albumen ruminé.

1. *Type du genre.* — Mann a récolté à Fernando-Po, en 1862, des rameaux feuillés avec fleurs et fruits (n° 1443) d'un arbre où M. Oliver a reconnu le type d'un genre nouveau, qu'il a appelé Rhaptopétale (*Rhaptopetalum*) à cause de sa corolle rose *piquée* de blanc et qu'il a décrit en 1864, en nommant l'espèce, pour la consistance de sa corolle, Rh. coriace (*Rh. coriaceum* Oliver) (1). J'en transcris ici la description générique :

« Calyx parvus, cupulatus, margine subinteger vel dentato-lobulatus, fructifer immutatus.

« Petala tria perigyna ad marginem disci inserta, coriacea, glabra, æstivatione valvata.

« Stamina indefinita (30-40), filamentis brevibus in tubum ad basin petalorum adnatum coalitis, antheris elongatis anguste linearibus erectis, apicem versus rima longitudinali breviter dehiscentibus.

(1) Oliver, *Journal of the Linnean Society*, VIII, p. 159, pl. XII, 1862. De ῥαπτός, piqué, et πέταλον, pétale.

« Ovarium in discum leviter immersum, semi-inferum, quadriloculare, dissepimentis ad apicem attingentibus, stylo filiformi, stigmate minuto; ovula in quoque loculo ad 6, ab apice centrali pendula.

« Fructus ellipsoideus vel oblongus, pericarpio crustaceo vel sublignoso, unilocularis, monospermus.

« Arbor glaberrima. Folia alterna, integra, coriacea. Flores pedicellati in fasciculos umbellulatos sæpius paucifloros dispositi. »

Incomplète en ce qu'elle ne mentionne ni la disposition des fleurs sur la tige, ni la nature du fruit, ni la conformation de la graine, inexacte aussi en ce qu'elle dit la tige glabre et en ce qu'elle attribue à la corolle trois pétales libres et valvaires, cette description générique sera complétée et rectifiée plus loin.

Quant à l'espèce type du genre, l'auteur la définit comme il suit :

« Arbor 30-pedalis, ramulis teretibus, lineis brevibus parum elevatis a basi foliorum decurrentibus utrinque notatis. Folia breviter petiolata, elliptica vel ovato-elliptica, sæpius obtuse et breviter apiculata, basi rotundata vel subacutata, utrinque glabra 3 1/2-5 1/2 poll. longa, 1 1/2-2 3/4 poll. lata, petiolus 1-3 lin. longus. Flores sæpe paulo supra-axillares, pedicellis gracilibus, alabastra 3-4 lin. longa, ovoideo-oblonga, subacuta. Fructus (indehiscens an subdrupaceus?) 9-10 lin. longus. »

Incomplète aussi en ce qu'elle ne mentionne ni la pubescence de la tige, ni la véritable disposition des fleurs, ni la conformation de la graine, ni même avec certitude la nature du fruit, cette description spécifique se trouvera complétée par ce qui va suivre.

2. *Nombre et distinction externe des espèces.* — Plus tard, en mai 1889, Thollon a récolté au Congo français, dans l'Oubangui, des rameaux feuillés avec fleurs détachées, mais sans fruits, d'un arbre où Baillon a cru reconnaître une seconde espèce de son genre Brazzeier, qu'il a décrite en 1890, sous le nom de B. de Thollon (*B. Tholloni* Baillon), dans les termes suivants :

« Les fleurs se développent également en cymes sur le tronc. La périgynie disparaît à peu près complètement dans cette espèce, dont les

(1) Baillon, *Observations sur quelques nouveaux types du Congo* (Bull. de la Soc. Linn. de Paris, p. 868, 6 août 1890).

pédicelles supportent un calice en cupule, crénelé sur tout son pourtour. La corolle est extrêmement épaisse, coriace, valvaire. Elle s'ouvre inégalement en deux ou trois parties au sommet. Les étamines sont très nombreuses; elles ont des filets grêles et des anthères basifixes, linéaires-oblongues, à sommet obtus et émarginé ; là les deux loges se séparent l'une de l'autre dans une étendue variable ; les fentes de déhiscence sont presque marginales. L'ovaire est surbaissé, partagé en 3-5 loges par de minces cloisons ; dans chaque loge, il y a d'assez nombreux ovules descendants. Le style dépasse finalement les étamines ; son sommet obtus se partage en 3-5 petites dents valvaires.

« Les feuilles de cette espèce sont alternes distiques, ovales acuminées, entières ou finement sinuées, d'un vert glauque, surtout en dessus. Les nervures secondaires sont distantes, peu nombreuses, arquées. Le pétiole est presque nul. »

D'après ces caractères, puisque les véritables feuilles du B. du Congo, qui sont dentées comme on l'a vu, lui étaient inconnues et puisque les échantillons de la plante actuelle sont dépourvus de fruits, on comprend que Baillon ait cru avoir affaire à un Brazzeier. Mais outre qu'ici les feuilles sont entières, il est possible, ainsi qu'il a été dit plus haut, d'après la structure de l'ovaire, de préjuger la nature du fruit quand il est inconnu. C'est ici le lieu d'appliquer cette remarque.

Or la structure de l'ovaire de cette plante, très différente de celle de l'ovaire des Brazzeiers, qui conduit à une capsule loculicide, est toute semblable à celle de l'ovaire du Rhaptopétale coriace, qui conduit à une drupe, comme on le verra bientôt, toute semblable aussi à celle de l'ovaire des Scytopétales, qui conduit également à une drupe, comme on l'a vu plus haut (p. 350). Il en faut conclure que le fruit, encore inconnu, de cette plante est aussi une drupe et qu'elle appartient par conséquent au genre Rhaptopétale et non au genre Brazzeier. Ce sera donc désormais le Rh. de Thollon (*Rh. Th†lloni* (Baillon) v. T.).

Du Rh. coriace il se distingue par des feuilles glauques et non roussâtres, plus minces et à bord gondolé, moins larges, entièrement sessiles d'un côté, et par des fleurs jaunâtres et non rougeâtres, à calice plus large et plus haut, nettement festonné, à corolle beaucoup plus large dans le bouton, qui mesure 7 millimètres de largeur, au lieu de 4 millimètres, à filets staminaux

plus longs que les anthères, qui mesurent un peu plus d'un millimètre.

Cette même espèce, qui est un petit arbre de 4 à 6 mètres, a été trouvée de nouveau avec fleurs, mais malheureusement encore sans fruits, par M. Dybovski, dans le Haut Oubangui, en mars 1892 (n° 1, B.).

Thollon a trouvé encore au Congo français, sans lieu, ni date, ni numéro, un rameau feuillé, avec fleurs sur une branche âgée, mais sans fruits, d'un arbre du même genre, ressemblant à l'espèce précédente, mais s'en distinguant d'abord par ses feuilles, pétiolées des deux côtés, plus coriaces, moins glauques et un peu plus grandes, mesurant 10 centimètres sur 4cm,5, puis par ses fleurs, solitaires, plus petites, à calice faiblement crénelé, à anthères également moins longues que les filets et bifurquées au sommet, mais beaucoup plus courtes, mesurant moins de un demi-millimètre. C'est une espèce distincte, que je nommerai Rh. brachyanthère (*Rh. brachyantherum* v. T.).

M. Zenker a récolté à Bipinde, au Cameroun, en 1901, des rameaux feuillés, avec fleurs et fruits (n° 2389 et n° 2391), d'un arbre de 6 mètres, que M. Engler a rapporté au genre Rhaptopétale et décrit en 1903 sous le nom de Rh. sessilifolié (*Rh. sessilifolium* Engler) (1). Par ses anthères plus longues que les filets, il ressemble au Rh. coriace, mais il se distingue aussitôt des trois espèces précédentes par la grande dimension de ses feuilles, qui mesurent jusqu'à 22 centimètres de long sur 8 centimètres de large, et par leur forme, qui est fortement auriculée et amplexicaule à la base. Il en diffère aussi par la brièveté de ses pédicelles et la longueur de son calice. Je n'ai pas encore pu en étudier le fruit. M. Engler affirme que c'est une capsule loculicide. Il doit y avoir là une erreur. La structure de l'ovaire est, en effet, identique à celle de l'ovaire du Rh. coriace, où le fruit est une drupe, et diffère beaucoup de celle de l'ovaire des Oubanguiers et des Brazzeiers, où le fruit est une capsule.

C'est de ces quatre espèces, dont une nouvelle et une déjà décrite mais rapportée à un autre genre, toutes originaires de

(1) Engler, *Scytopetalaceæ africanæ* (Bot. Jahrb. f. Systematik, XXXII, p. 101, 1903).

l'Afrique tropicale occidentale, que se compose pour le moment le genre Rhaptopétale. Il y en a deux à anthères courtes et filets longs, comme dans les trois genres précédents (Rh. de Thollon, brachyanthère) et deux à anthères longues et filets courts, caractère nouveau (Rh. coriace, sessilifolié). J'ai pu les étudier toutes les quatre sur les exemplaires originaux.

3. *Conformation externe et structure de la tige et de la feuille.* — La jeune tige, qui porte des feuilles isolées distiques, offre, sur l'une de ses faces seulement, deux côtes longitudinales rapprochées, séparées par une rainure, résultant de la décurrence unilatérale de ses feuilles ; elle n'est par conséquent symétrique que par rapport à un plan. Les choses se passent ici, sous ce rapport, comme dans chacun des trois genres précédents et il n'y a pas lieu d'y revenir.

La feuille est simple, sans stipules, à limbe ovale ordinairement atténué à la base et inégalement des deux côtés, la moitié décurrente étant la plus étroite et descendant plus bas, parfois auriculé à la base et amplexicaule (Rh. sessilifolié). Il est brièvement pétiolé, tantôt des deux côtés (Rh. coriace, brachyanthère), tantôt d'un côté seulement, sessile de l'autre côté (Rh. de Thollon, sessilifolié). Il est prolongé en pointe au sommet, à bord entier, penninerve à nervures latérales espacées remontant et s'unissant en arcades vers le bord, saillantes en bas, peu visibles en haut.

La tige a essentiellement la même structure que celle des Brazzeiers. Même épiderme à cellules prolongées en papilles ou en poils courts unicellulaires, produisant de très bonne heure un périderme dont le liège épaissit et lignifie ses membranes sur les faces interne et latérales, en forme d'U, et dont le phelloderme garde ses parois minces. Même écorce sans cristarque, ni cellules scléreuses, pourvue de cristaux octaédriques, épaissie aux deux côtes et renfermant dans chacune d'elles une méristèle à péridesme fibreux tout autour et à bois concentrique. Même stèle aussi, avec arcs fibreux péricycliques formés de fibres lignifiées seulement dans la lamelle mitoyenne, avec liber secondaire traversé par des rayons unisériés dilatés vers l'extérieur et offrant dans ses étroits compartiments une alternance régulière de

tubes criblés et de fibres faiblement lignifiées, en un mot stratifié, avec bois secondaire à rayons unisériés, riche en parenchyme lignifié dans ses compartiments, avec moelle de bonne heure lignifiée. Comme dans les trois genres précédents aussi, cette structure n'est symétrique que par rapport à un plan.

Les deux rangées de feuilles ont leur plan médian commun perpendiculaire à l'unique plan de symétrie de la forme et de la structure de la tige. La feuille prend à la stèle de la tige au nœud une large méristèle en arc, qui passe dans le pétiole, en entraînant avec elle la méristèle corticale voisine, bientôt remplacée par la stèle au même point. Mais, pour le reste, il y a quelque différence suivant les espèces. Ainsi, dans le Rh. de Thollon, l'arc, au moment où il se sépare de la stèle, détache de son bord opposé à la méristèle corticale une branche, qui passe ensuite avec lui dans le pétiole, où elle fait pendant à la méristèle corticale sortie et demeurée indivise. Dans le Rh. coriace, l'arc ne forme pas et n'a pas à former une telle branche sur son bord opposé. De ce côté, en effet, la stèle a détaché au nœud inférieur une méristèle, qui a séjourné dans l'écorce et qui, au nœud actuel, s'échappe dans la feuille en même temps que l'arc médian et que la méristèle corticale normale, ici préalablement dédoublée. Cette espèce possède donc, dans un entre-nœud quelconque, trois côtes saillantes et trois méristèles corticales, deux destinées à la feuille prochaine, la troisième à la feuille suivante. C'est un retour partiel à la structure normale. La feuille y est, en effet, décurrente des deux côtés, mais inégalement, la décurrence portant d'un côté sur deux entre-nœuds, de l'autre sur un seul.

Dès son entrée dans le pétiole, l'arc médian se reploie aussitôt en haut et rejoint ses bords en une courbe fermée, comme dans les Brazzeiers et dans les Oubanguiers, accompagnée de chaque côté par une petite méristèle latérale, bientôt dédoublée. Cette courbe fermée se continue ensuite dans la côte médiane du limbe. Dans le court pétiole et dans la côte médiane du limbe, l'épiderme est papilleux sur la face inférieure ; l'écorce, dépourvue de cristarque et de cellules scléreuses, renferme beaucoup de cristaux, parfois mâclés (Rh. coriace) ; la méristèle médiane a une couche fibreuse péridesmique.

Dans la lame, l'épiderme est formé de cellules plates, à parois latérales ondulées et sans stomates en haut, à parois latérales planes et avec de nombreux stomates en bas; ceux-ci sont bordés de trois cellules annexes, disposées comme dans les trois genres précédents et remplies, toutes les trois ici, comme dans les Oubanguiers, d'un liquide brun ou violacé, formant ensemble autour de chaque stomate un cadre coloré. L'épiderme est dépourvu dans ce genre des grandes cellules sécrétrices qu'on y a observées chez les Brazzeiers. Palissadique en haut, tantôt nettement (Rh. coriace), tantôt faiblement (Rh. de Thollon, sessilifolié), lacuneuse en bas, l'écorce renferme partout des sclérites filiformes, à membrane très épaisse et peu (R. coriace) ou pas lignifiée (Rh. de Thollon, sessilifolié), rampant çà et là sous l'épiderme. Les méristèles, entourées d'un péridesme fibreux, ne sont pas cloisonnantes.

4. *Organisation de la fleur, du fruit et de la graine.* — Comme dans les Brazzeiers, les fleurs naissent en des points quelconques et par voie endogène sur les branches âgées. Pourtant, le Rh. coriace en produit déjà sur des rameaux encore pourvus de leurs feuilles, parfois même non loin de l'aisselle, mais notablement au-dessus, ce qui a fait croire à M. Oliver, comme on l'a vu plus haut (p. 371), que l'inflorescence est axillaire. On en observe aussi, au-dessus de l'aisselle des feuilles tombées, dans le Rh. sessilifolié.

Après avoir percé l'écorce, le pédoncule porte à sa base plusieurs bractées distiques et rapprochées, puis se termine par une fleur. Ces bractées demeurent parfois stériles et la fleur est solitaire (Rh. brachyanthère); d'ordinaire, plusieurs d'entre elles produisent un rameau terminé par une fleur et l'inflorescence est une grappe ombelliforme, sessile et pauciflore (R. coriace, sessilifolié, de Thollon). A son tour, chaque rameau porte à sa base plusieurs bractées distiques et rapprochées, qui sont souvent stériles (Rh. de Thollon, sessilifolié), mais qui attestent la possibilité d'une nouvelle ramification. Celle-ci se produit quelquefois, avec rameaux de second ordre dépourvus de bractées, et la grappe ombelliforme est composée (Rh. coriace). L'inflorescence totale est donc essentiellement une

grappe ombelliforme sessile et composée, réduite parfois à une grappe simple, parfois même à une fleur solitaire.

Le rameau floral, considéré au-dessus des bractées qu'il porte, ou dans toute sa longueur s'il est de second ordre, c'est-à-dire le vrai pédicelle, a, comme la tige, un épiderme muni de papilles et de poils courts unicellulaires et une écorce sans cristarque, ni cellules scléreuses, renfermant aussi des cristaux, mais dépourvue de côtes en dehors et de méristèles en dedans. Il est donc, dans sa forme et dans sa structure, symétrique par rapport à l'axe.

Le calice est gamosépale, court, cupuliforme, largement ouvert dès le début et persistant. Quelquefois la concrescence n'atteint pas tout à fait l'extrémité des sépales et le bord est crénelé, ce qui permet d'en compter le nombre ; il y en a ordinairement dix, par exemple, dans le Rh. de Thollon. Mais le plus souvent la concrescence est complète, le bord est entier et le nombre des sépales constitutifs demeure indéterminé.

La corolle, qui dépasse beaucoup le calice et protège seule les parties internes dans le bouton, est épaisse et coriace. Dans le Rh. coriace, elle est rose piquetée de blanc, caractère d'où M. Oliver a tiré le nom du genre, tandis que la consistance lui donnait celui de l'espèce. Les points blancs correspondent à autant de petits groupes de cellules corticales demeurées incolores dans la couche périphérique, pendant que toutes les autres deviennent rouges. Elle est gamopétale dans toute sa longueur, jusqu'au sommet, qui est parfois prolongé en pointe (Rh. de Thollon), et dans toute son épaisseur, d'un épiderme à l'autre, sans présenter sur sa face externe ni lignes longitudinales, ni sillons qui permettent d'y compter dans le bouton le nombre des pétales constitutifs. En un mot, elle est tout d'une pièce, en forme de bonnet, et plus tard s'épanouit par déchirure en lanières, comme celle des Brazzeiers. Tout ce qui a été dit plus haut (p. 364) au sujet de la corolle de ces plantes s'applique donc exactement ici. Aussi est-ce, ici aussi, par erreur que M. Oliver a attribué trois pétales au Rh. coriace, et tout récemment M. Engler trois aussi au Rh. sessilifolié. Déterminé indirectement, comme il a été dit pour les Brazzeiers (p. 366), soit par les festons du calice, soit par les loges de

l'ovaire, le nombre des pétales est plus grand, en réalité, et varie de six à douze suivant les espèces et suivant les fleurs dans une même espèce.

L'androcée se compose d'un grand nombre d'étamines, également réparties tout autour, à filets concrescents à la base en un tube. Suivant les espèces, elles offrent deux dispositions et aussi deux conformations différentes. Tantôt le filet y est long, l'anthère courte, comme il arrive toujours dans les trois genres précédents et elles sont aussi très nombreuses, disposées en quatre séries, avec anthère bifide au sommet (Rh. de Thollon, brachyanthère). Tantôt, au contraire, le filet est court, l'anthère longue et elles sont moins nombreuses, disposées seulement en deux séries, avec anthères indivises au sommet (Rh. coriace, sessilifolié). Mais, dans l'un comme dans l'autre cas, l'anthère ouvre ses quatre sacs polliniques par deux pores obliques à l'extrémité et elle est dépourvue d'assise mécanique, comme dans les Brazzeiers. Le pollen est aussi formé de grains sphériques à trois pores, faiblement triangulaires. La série des coupes transversales et longitudinales de la base de la fleur montre qu'ici, comme dans les trois genres précédents, les étamines procèdent de ramification et demeurent unies à la base en un tube, tantôt lui-même concrescent avec la corolle dans sa région inférieure, comme dans les Oubanguiées (Rh. coriace, sessilifolié), tantôt libre, comme dans les Brazzeiers (Rh. de Thollon, brachyanthère). Elles montrent aussi que le pistil est concrescent dans la région inférieure de l'ovaire avec les trois verticilles externes, tantôt faiblement (Rh. de Thollon, brachyanthère), tantôt plus fortement (Rh. coriace, sessilifolié); dans ce dernier cas, l'ovaire est semi-infère.

Ainsi plus ou moins enfoncé, le pistil est formé de carpelles fermés et concrescents dans toute leur longueur en un ovaire pluriloculaire, surmonté d'un style plus long que lui, terminé par un stigmate entier. Le nombre des carpelles et des loges y varie non seulement d'une espèce à l'autre, mais d'une fleur à l'autre dans la même espèce. Dans les fleurs étudiées, j'en ai compté, par exemple, trois dans le Rh. sessilifolié, quatre dans le Rh. coriace, cinq dans le Rh. de Thollon, six dans le Rh. brachyanthère. Comme il a été dit plus haut, il faut, d'après cela,

attribuer respectivement six, huit, dix et douze sépales au calice et pétales à la corolle de ces mêmes fleurs.

L'ovaire a une paroi externe très épaisse, nettement différenciée en deux couches, toutes deux parenchymateuses : l'externe sombre, à nombreuses mâcles sphériques et à membranes minces, contenant sur son bord interne les méristèles carpellaires; l'interne claire et brillante, à membranes épaissies dans les angles, ce qui la rend collenchymateuse, traversée de part en part suivant la ligne médiane par une mince bande sombre. La première deviendra plus tard la pulpe du fruit, la seconde le noyau. L'assise moyenne scléreuse, si caractéristique dans l'ovaire des Brazzeiers, fait ici entièrement défaut.

Les cloisons sont minces et concrescentes au centre, où se trouve un cercle de méristèles inverses, tantôt seulement jusqu'à mi-hauteur (Rh. de Thollon, brachyanthère), tantôt jusque vers le sommet (Rh. coriace, sessilifolié) ; puis elles se séparent, en demeurant toutefois rapprochées ; de sorte qu'à strictement parler, les carpelles sont ouverts et l'ovaire uniloculaire dans une plus ou moins grande étendue de sa région supérieure. La loge unique se continue ensuite dans le style par un canal étoilé.

Stériles dans la région inférieure, les bords carpellaires portent chacun, dès avant leur séparation, et aussi après si elle s'opère à mi-hauteur, tantôt un seul (Rh. coriace, sessilifolié), tantôt côte à côte deux rangs d'ovules (Rh. de Thollon, brachyanthère), superposés en placentation axile tout du long. Ceux-ci sont donc disposés tantôt en deux, tantôt en quatre séries dans chaque loge en bas, dans chaque compartiment en haut. Ils sont anatropes, pendants, à raphé dorsal, épinastes par conséquent, comme dans les trois genres précédents. Ils ont aussi la même structure, c'est-à-dire qu'ils sont transpariétés et unitegminés. La méristèle du raphé y remonte du côté opposé jusqu'au micropyle, en forme de boucle.

Le fruit n'est connu que dans le Rh. coriace et dans le Rh. sessilifolié ; je n'ai pu l'étudier que dans la première de ces deux espèces. Entouré à la base par le calice cupuliforme persistant, mais non accru, c'est une drupe ovoïde rouge, mesurant 20 millimètres de long sur 12 millimètres de large, ne

renfermant qu'une seule graine, par suite de l'avortement de tous les ovules primitifs moins un. La couche externe charnue du péricarpe, qui est mince, procède de la couche externe, et le noyau, qui est plus épais, de la couche interne de la paroi ovarienne primitive, deux couches dont la différenciation profonde et très précoce a été signalée plus haut. Cette même différenciation se manifestant dans l'ovaire du Rh. de Thollon et du Rh. brachyanthère, on en peut conclure, en attendant la preuve directe, que le fruit y est également une drupe. La même conclusion s'impose pour le fruit du Rh. sessilifolié, dont l'ovaire offre la même structure que celui du Rh. coriace, bien que M. Engler l'ait décrit en 1903 comme étant une capsule loculicide, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Entourée d'une boucle marginale provenant de la méristèle du raphé prolongée du côté opposé jusqu'au micropyle et marquant le plan de symétrie du tégument, la graine est revêtue d'une tunique filamenteuse blanchâtre, de même conformation et de même origine que chez les Brazzeiers. En appelant récemment l'attention sur cette tunique chez le Rh. sessilifolié, M. Engler l'a regardée comme étant un arille, « ein sehr eigenartiger Arillus » (1), nom qui ne saurait lui convenir, puisqu'elle est une dépendance du tégument et non du funicule. Mais ici le tégument s'enfonce çà et là profondément à l'intérieur de la graine, que ses replis en réseau, correspondant à ses nervures, divisent en portions irrégulières. La partie sous-jacente ainsi divisée est un albumen corné d'un blanc d'ivoire, qui se trouve par là profondément ruminé, comme chez les Scytopétales parmi les Oubanguiées et pour la même cause mécanique (p. 351). Suivant son axe, il renferme dans sa moitié supérieure un embryon droit à radicule supère, à longue tigelle, dont l'écorce est dépourvue de méristèles, terminée par deux larges et minces cotyles foliacées. Celles-ci étant appliquées l'une contre l'autre dans le plan de symétrie du tégument, l'embryon est ici, comme dans les trois genres précédents, accombant au raphé.

Conformée de la sorte chez les Rh. coriace et sessilifolié, la

(1) Engler, *loc. cit.*, p. 102, 1903.

graine n'est pas encore connue dans les Rh. de Thollon et brachyanthère. Car s'il a été permis, d'après la structure de l'ovaire de ces plantes, de préjuger la nature de leur fruit, on n'y trouve aucune indication sur la future conformation de la graine. Cette remarque offre ici un certain intérêt. On a vu, en effet, que les quatre espèces qui composent actuellement ce genre sont de deux sortes. Chez deux d'entre elles, le tube staminal est indépendant de la corolle à la base, les étamines sont très nombreuses, sur quatre cercles concentriques, avec un filet long et une anthère courte à sommet bifide, et l'ovaire y est supère à cloisons séparées au milieu de la hauteur (Rh. de Thollon, brachyanthère). Chez les deux autres, le tube staminal est concrescent à la corolle à la base, les étamines sont moins nombreuses, sur deux cercles concentriques, avec un filet court et une anthère longue à sommet entier, et l'ovaire y est semi-infère à cloisons unies jusqu'en haut (Rh. coriace, sessilifolié). A toutes ces différences, si la graine venait à en ajouter une autre, si, par exemple, l'albumen s'y montrait entier et non ruminé, il serait nécessaire de séparer le premier groupe du second et d'en faire un genre distinct, intermédiaire au Brazzeier et au Rhaptopétale, ressemblant au premier par les caractères qu'on vient de rappeler et par l'albumen entier, au second par le fruit drupacé.

En attendant que les recherches de l'avenir décident la question, il est nécessaire, dès à présent, d'établir dans le genre Rhaptopétale deux sections, définies comme il a été dit plus haut : la première, Eurhaptopétale (*Eurhaptopetalum*), où les anthères sont plus longues que les filets, comprenant les Rh. coriace et sessilifolié ; la seconde, que je nommerai Tholonelle (*Tholonella*), où les anthères sont plus courtes que les filets, renfermant les Rh. de Thollon et brachyanthère. C'est cette seconde section qu'il deviendra peut-être nécessaire d'ériger plus tard en un genre distinct.

5. *Comparaison du genre Rhaptopétale avec les trois genres précédents. — Tribu des Rhaptopétalées.* — En résumé, les Rhaptopétales ressemblent beaucoup aux Brazzeiers, dont ils diffèrent d'un côté par la feuille, dont le bord est entier et dont

l'épiderme est dépourvu de cellules sécrétrices, de l'autre par l'absence d'assise scléreuse dans la paroi ovarienne, le fruit drupacé et, pour autant qu'il y est connu, l'albumen ruminé. Ils s'éloignent davantage des Oubanguiers et des Scytopétales, avec lesquels ils présentent les différences signalées plus haut (p. 369) pour les Brazzeiers.

Ensemble le genre Brazzeier et le genre Rhaptopétale forment donc un groupe distinct, une tribu, les *Rhaptopétalées*, définie par rapport à la tribu des Oubanguiées par un ensemble de caractères communs. C'est l'épiderme pourvu de poils sur le corps végétatif, notamment sur la tige, et l'absence de cristarque ou de cellules scléreuses dans l'écorce de la tige. C'est l'absence de stomates sur la face supérieure de la feuille. C'est l'inflorescence endogène sur les branches âgées, l'absence de toute séparation externe dans la corolle, la déhiscence poricide des anthères et la pluralité des ovules dans chaque carpelle. C'est enfin la graine, pourvue d'une tunique filamenteuse. Dans cette tribu, les Rhaptopétales, qui ont la paroi de l'ovaire différenciée en deux couches, le fruit drupacé et l'albumen ruminé, sont aux Brazzeiers, qui ont une paroi ovarienne différenciée en trois couches, une capsule loculicide et un albumen entier, ce que les Scytopétales sont aux Oubanguiers dans la tribu des Oubanguiées.

III

FAMILLE DES RHAPTOPÉTALACÉES

Ensemble ces deux tribus, avec les quatre genres qui les constituent, le dernier comprenant deux sections, représentés actuellement par vingt-quatre espèces, dont douze nouvelles, croissant toutes en Afrique tropicale occidentale, composent une famille très homogène, les *Rhaptopétalacées*, dont il convient de résumer maintenant les caractères généraux.

Ce sont des arbres ou des arbustes dont les rameaux, qui portent des feuilles isolées distiques, offrent, rapprochées sur l'une de leurs faces, deux côtes longitudinales séparées par

une rainure, provenant de la décurrence unilatérale des feuilles, décurrence qui intéresse alternativement l'un et l'autre bord. Dans chaque côte, l'écorce renferme une méristèle qui, séparée de la stèle à un nœud, y chemine la longueur de deux entre-nœuds, avant de sortir dans la feuille superposée, qui est donc une méristèle corticale foliaire. Grâce à cette forme et à cette structure, la tige n'est symétrique, au dehors comme au dedans, que par rapport à un seul plan, lequel est perpendiculaire au plan médian commun des feuilles. En un mot, elle est bilatérale et ce caractère, sans exemple connu jusqu'à présent chez les plantes dressées, suffirait à lui seul pour donner à cette famille un grand intérêt au point de vue de la Morphologie générale.

La stèle de la tige a dans son péricycle des arcs fibreux, qui sont et demeurent plus ou moins séparés par des bandes de parenchyme et dont les fibres, très épaissies, ne sont lignifiées que dans leurs lamelles mitoyennes. Traversé par des rayons unisériés, progressivement dilatés vers l'extérieur, le liber secondaire a ses étroits compartiments formés d'une alternance de tubes criblés mêlés de parenchyme et de fibres à membrane très peu lignifiée ; en un mot, il est nettement stratifié. Traversé de même par des rayons unisériés, le bois secondaire a dans ses compartiments, mélangé aux vaisseaux et aux fibres fortement lignifiées, beaucoup de parenchyme à membranes lignifiées. La moelle, sans les épaissir notablement, lignifie de bonne heure les membranes de toutes ses cellules.

La feuille est simple, sans stipules, à limbe ovale, prolongé en une pointe obtuse plus ou moins longue, à bord le plus souvent entier, parfois denté (Brazzeier), penninerve à nervures latérales espacées, remontant et s'unissant en arcades non loin du bord. A la base, les deux moitiés en sont un peu inégales, la plus étroite, qui descend aussi plus bas, étant du côté décurrent et alternant, par conséquent, d'une feuille à l'autre. Le limbe est donc dissymétrique à sa base et cette dissymétrie est en rapport avec la symétrie bilatérale du rameau qui le porte. Il est tantôt brièvement pétiolé des deux côtés, tantôt sessile du côté décurrent, mais gardant de l'autre un très court pétiole.

Au nœud, la feuille prend à la stèle de la tige une très large

méristèle en arc, qui y pénètre en entraînant avec elle la méristèle corticale voisine, en même temps qu'elle détache sur son bord opposé une petite branche, pour faire pendant de ce côté à la méristèle corticale. Le pétiole renferme donc trois méristèles, une grande médiane et deux petites latérales. La première se reploie d'ordinaire vers le haut et rejoint ses bords en une courbe fermée, qui se prolonge ainsi dans la côte médiane du limbe ; rarement elle reste ouverte et plate tout du long (Scytopétale).

Dans la lame, l'épiderme a ses stomates entourés d'un cadre de trois cellules annexes, deux plus grandes perpendiculaires, la troisième plus petite parallèle à la fente, cadre qui est souvent coloré en violet, tantôt dans toutes ses cellules (Oubanguier, Rhaptopétale), tantôt seulement dans la troisième (Brazzeier), rarement incolore (Scytopétale). L'écorce, plus ou moins palissadique en haut, lacuneuse en bas, renferme un grand nombre de sclérites filiformes à membrane très épaisse, mais lignifiée très faiblement ou pas du tout, dirigées en tous sens, notamment vers l'épiderme, sous lequel elles rampent plus ou moins longuement. Les méristèles ont un péridesme fibreux plus ou moins développé.

L'inflorescence est une grappe, simple ou composée, diversement située et conformée. Dépourvu à la fois de côtes unilatérales et de méristèles corticales, le pédicelle floral reprend la symétrie normale par rapport à son axe.

Le calice est court, cupuliforme, coriace, gamosépale dans toute ou dans presque toute sa longueur, à bord entier dans le premier cas, crénelé dans le second, largement ouvert dès le début et persistant. C'est seulement lorsqu'il est crénelé, ce qui est rare, qu'on y peut compter directement le nombre des sépales constitutifs, nombre qui varie non seulement d'une espèce à l'autre, mais encore d'une fleur à l'autre dans la même espèce.

La corolle, qui dépasse longuement le calice et protège seule les parties internes dans le bouton, est épaisse, coriace, gamopétale dans toute sa longueur jusqu'au sommet même, reployé en dedans, tout d'une pièce en forme de bonnet, et, par conséquent, ne pouvant s'épanouir que par une déchirure en

lanières, dont le nombre, parfois égal, est souvent plus petit que celui des pétales constitutifs. Celui-ci, qui peut être déterminé directement chez les Oubanguiées, mais non chez les Rhaptopétalées, où l'on est réduit à le déduire de celui des carpelles du pistil, est égal à celui des sépales, avec lesquels les pétales alternent régulièrement ; comme ce dernier, il varie suivant les espèces et, dans chaque espèce, suivant les fleurs considérées.

L'androcée se compose d'un grand nombre d'étamines issues de ramification, également réparties tout autour du centre et disposées sur plusieurs cercles concentriques, concrescentes dans leur région inférieure en un tube, lui-même d'ordinaire concrescent à la corolle à la base ; en un mot, il est à la fois méristémone et gamostémone. L'étamine a une anthère basifixe, à quatre sacs polliniques, où les grains de pollen sont sphériques à trois pores, ce qui les rend légèrement trigones.

Le pistil, ordinairement supère, est formé de carpelles concrescents dans toute leur longueur en un ovaire surmonté d'un style plus long que lui, terminé par un stigmate entier ou lobé. Ces carpelles sont fermés par concrescence des bords, parfois seulement dans la moitié de la longueur de l'ovaire, le plus souvent jusque vers son sommet, et dans la même mesure l'ovaire est pluriloculaire. Plus haut, les bords se séparent en restant rapprochés, l'ovaire devient à proprement parler uniloculaire et sa loge unique se continue tout le long du style par un canal étoilé. Le nombre des carpelles et des loges varie d'une espèce à l'autre et, dans la même espèce, suivant la fleur considérée. Il est moitié moindre de celui des sépales et des pétales, toutes les fois que celui-ci peut être déterminé directement. On doit donc admettre qu'il en est de même dans les autres cas, ce qui permet d'y déterminer indirectement le nombre des éléments constitutifs du calice et de la corolle. Chaque bord carpellaire porte tantôt au-dessous du niveau où il devient libre un seul ovule, tantôt à la fois au-dessous et au-dessus de ce niveau un, deux ou plusieurs rangs d'ovules superposés ; biovulé dans le premier cas (Oubanguiées), le carpelle est multiovulé dans le second (Rhaptopétalées). Dans les deux cas, l'ovule est anatrope,

pendant, à raphé dorsal, épinaste par conséquent; dans les deux cas aussi, il est transpariété et unitegminé.

La constitution de la fleur ainsi conformée peut être exprimée par la formule : $F = (mS) + (mP) + (nE) + (\frac{m}{2}C)$, où m est variable d'une fleur à l'autre, mais ne dépasse pas 16, et où n est très grand et indéterminé.

Entouré à sa base par le calice cupuliforme persistant, mais non accru, le fruit est tantôt une capsule loculicide, uniséminée (Oubanguier) ou pluriséminée (Brazzeier), tantôt une drupe uniséminée (Scytopétale, Rhaptopétale).

La graine a un tégument pourvu d'une méristèle médiane, qui en fait tout le tour en forme de boucle en s'y ramifiant latéralement en réseau et qui en marque nettement le plan de symétrie. A l'extérieur, ce tégument est tantôt nu (Oubanguiées), tantôt muni, tout le long de la boucle, d'une crinière de longs poils glutineux, divisée en deux bandeaux rabattus latéralement sur chaque face et s'y rejoignant en formant une tunique blanchâtre complète (Rhaptopétalées). A l'intérieur, il est tantôt lisse, tantôt reployé plus ou moins profondément, suivant son réseau de nervures, de manière à diviser la masse interne en segments polyédriques irréguliers. Cette masse est un volumineux albumen corné, blanc d'ivoire, qui est dit entier dans le premier cas (Oubanguier, Brazzeier), ruminé dans le second (Scytopétale, Rhaptopétale). Suivant son axe et dans sa moitié supérieure, il renferme un embryon droit, à radicule supère, à tigelle assez longue où l'écorce est dépourvue de méristèles, à deux larges cotyles minces et foliacées, plissées en long vers les bords, et appliquées l'une contre l'autre dans le plan de symétrie du tégument. C'est dire que le plan médian de l'embryon est perpendiculaire au plan de symétrie du tégument, en un mot que l'embryon est accombant au raphé.

La germination de la graine n'a pas encore été obtenue. On ignore donc la conformation et la structure de la plantule qui en provient. La structure de la tigelle de l'embryon étant normale, normale aussi sera certainement celle de l'hypocotyle de la plantule. C'est donc seulement dans la région épicotylée que l'anomalie caractéristique de la tige de ces plantes, savoir les

deux côtes unilatérales et les deux méristèles corticales correspondantes, fait son apparition. Mais à quelle hauteur et comment la symétrie, multilatérale jusque-là, y devient-elle bilatérale? C'est la question, très intéressante, qui ne peut être résolue que par l'étude directe de la plantule.

A la famille ainsi caractérisée, quelle place convient-il d'attribuer dans la Classification des Dicotyles? C'est le dernier problème que nous ayons à résoudre. Deux des caractères les plus importants, signalés au cours de ce travail dans l'organisation florale de ces plantes, notamment dans la conformation de la corolle et la structure de l'ovule, vont nous être ici d'un grand secours.

Ces plantes ayant un ovule, cet ovule ayant un nucelle, ce nucelle ayant une paroi transitoire et étant recouvert d'un seul tégument, c'est dans la sous-classe des Ovulées et dans l'ordre des Transpariétées unitegminées ou Solaninées qu'elles viennent tout d'abord prendre place.

Cet ordre est très vaste, comme on sait (1), et comprend six alliances. La corolle y étant gamopétale et le pistil libre, c'est à l'alliance des Solanales, définie par ce double caractère, que notre famille se rattache. Cette alliance est très étendue et comprend actuellement trente-neuf familles. Malgré cette grande extension et ce grand nombre de représentants divers, l'androcée n'y offre cependant que trois des cinq modifications dont il est capable. Hémistémone dans les seules Oléacées, isostémone dans la plupart des familles, il est diplostémone dans quelques autres (Ericacées, etc.), et c'est tout. La méristémonie et la polystémonie y sont jusqu'à présent inconnues (2).

C'est la première de ces deux lacunes que notre famille vient combler. Elle apporte, en effet, à l'alliance des Solanales un membre méristémone, qui lui faisait défaut jusqu'ici et en complète, sous ce rapport, l'organisation. Par là, elle prend nécessairement dans cette alliance une place à part et supé-

(1) Ph. Van Tieghem, *L'œuf des plantes considéré comme base de leur Classification* (Ann. de Sciences nat., 8e série, Bot., XIV, p. 342, 1901).
(2) *Loc. cit.*, p. 349.

rieure. Cette place à part lui est assurée encore par la remarquable conformation de la corolle, ainsi que par la singulière indétermination du nombre des sépales et des pétales dans le calice et la corolle, et aussi de celui des carpelles dans le pistil, toujours moitié du précédent.

Dans l'ordre des Transpariétées unitegminées, elle représente ce que sont les Malvacées, par exemple, ou les Tiliacées, qui sont aussi méristémones, dans l'ordre des Perpariétées bitegminées, ce que sont les Théacées, par exemple, ou les Clusiacées, également méristémones, dans l'ordre des Transpariétées bitegminées.

Il est intéressant de remarquer qu'elle ressemble encore d'un côté aux Malvacées par la stratification du liber secondaire de la tige, de l'autre aux Théacées par les sclérites de l'écorce de la feuille. Aussi comprend-on que, croyant la corolle de ces plantes dialypétale et n'y connaissant pas la structure de l'ovule, Baillon autrefois et récemment M. Engler les aient rapprochées des Malvacées, tandis que M. Pierre les place à côté des Théacées. Moi-même, avant de les mieux connaître, je me suis rattaché, avec doute et provisoirement, à la première de ces deux opinions (1). Sans être du tout voisines, puisqu'elles appartiennent à trois ordres différents, Malvacées, Rhaptopétalacées et Théacées, ces trois familles occupent, au point de vue de l'androcée, des places correspondantes dans leurs ordres respectifs : c'est là toute leur ressemblance.

(1) *Loc. cit.*, p. 335, p. 374 et p. 385, 1905.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

TABLE DES PLANCHES

ET DES FIGURES DANS LE TEXTE CONTENUES DANS CE VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS.

3861-05. — CORBEIL. Imprimerie ÉD. CRÉTÉ.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

Corbeil. Imprimerie Ed. Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

CORBEIL. — IMPRIMERIE ÉD. CRÉTE.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME II

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—

1905

81e ANNÉE. — IXe SÉRIE. T. II. Nos 1, 2 et 3.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME II. — Nos 1, 2 et 3

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1905

PARIS, 30 FR. — DÉPARTEMENTS ET ETRANGER, 32 FR.
Ce cahier a été publié en novembre 1905.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série et le tome I de la Neuvième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. EDMOND PERRIER.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume .... 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles*.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SEPTIÈME SÉRIE (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'ANATOMIE DES PLANTES AFFINES

Par ALFRED SARTON

INTRODUCTION

La question que j'ai abordée touche au problème délicat de l'Anatomie végétale appliquée à la Classification. Bien qu'à la suite de Linné les botanistes descripteurs se soient basés uniquement sur la morphologie externe pour la détermination des espèces, de réels efforts ont été faits depuis le milieu du XIXe siècle pour introduire l'anatomie dans la classification.

Nombreux sont les savants qui ont considéré qu'en systématique la structure des plantes est non moins significative que la morphologie externe. Il suffit de citer à cet égard les importantes recherches de M. Van Tieghem sur les familles les plus diverses.

L'éminent professeur du Muséum a montré qu'il faut faire entrer en ligne de compte, dans la description des espèces, les caractères de la structure interne au même titre que ceux fournis par la morphologie externe.

La préoccupation commune aux auteurs qui se sont occupés de cette question a été de grouper un certain nombre de caractères anatomiques permettant de définir les familles, les genres et les espèces, travail laborieux qui, à côté des résultats acquis, a laissé encore bien des points controversés.

C'est cette méthode que j'ai essayé d'appliquer à l'étude des espèces affines. On sait en effet qu'en dehors des espèces linnéennes, l'école qui se recommande de Jordan et de ses partisans a créé une multitude de formes nouvelles auxquelles elle attribue la valeur de véritables espèces, bien qu'elles ne diffèrent entre elles que par des caractères extérieurs presque insignifiants. A ces différences légères de morphologie externe correspond-il des différences de structure et quelle en est la valeur ? C'est une question qui a séduit peu de chercheurs. La plupart des botanistes auxquels je viens de faire allusion semblent s'être exclusivement occupés des espèces linnéennes et, en dehors de rares essais, je ne connais aucun travail spécial sur ce sujet.

En 1896, M. Paul Parmentier (1), dans un intéressant Mémoire, a montré comment, dans certains cas, l'anatomie pouvait venir en aide à la morphologie externe pour la détermination de quelques espèces litigieuses. J'en dirai autant d'un travail de M. John Briquet (2), entrepris en 1901 pour démontrer par l'anatomie comparée de la feuille que le *Pistacia Saportæ* était un hybride du *P. Lentiscus* L. et du *P. Terebinthus* L. D'ailleurs, ces travaux n'ont été soumis à aucun contrôle de cultures expérimentales.

Le problème n'a donc pas encore été posé au sujet des espèces jordaniennes. Voici comment j'ai essayé de le résoudre. J'ai d'abord fait l'anatomie comparée des espèces affines récoltées en divers endroits où elles poussaient spontanément. Puis, afin d'éliminer les causes d'erreur provenant des modifications de structure dues à l'adaptation, j'ai semé parallèlement, dans différents terrains, des graines des types linnéens et des types jordaniens. Mes cultures m'ont ainsi procuré un double avantage : elles m'ont permis de multiplier les termes de comparaison, tout en réalisant pour les types et les variétés des conditions aussi identiques que possible. En outre, chez le plus grand nombre des espèces examinées, j'ai pu faire varier, pour une

(1) *Du rôle de l'anatomie pour la distinction des espèces critiques ou litigieuses* (Ann. Sc. nat. Bot., 8e série, t. I).

(2) *Anatomie comparée de la feuille chez les Pistacia Lentiscus, P. Terebinthus et P. Saportæ* (Bull. de l'Herbier Boissier, 2e série, 1901).

Accomplir cette transformation sans grossir démesurément l'ouvrage, telle a été la préoccupation de l'auteur.

C'est ainsi qu'aucun changement ne semble avoir été introduit dans la Première Partie, consacrée aux *phénomènes actuels*. Pourtant une foule de rectifications de détail y ont été apportées. En outre, grâce à quelques suppressions faites çà et là, il a été possible d'insérer un alinéa sur les anomalies de la pesanteur et un paragraphe sur l'éruption des Antilles. Le chapitre relatif aux tremblements de terre a été totalement remanié, et mis au courant des résultats si remarquables obtenus depuis trois ou quatre ans par le concours des observatoires groupés autour de l'Association britannique.



Fig. 722. — Esquisse de la France lutétienne. Le pointillé marque le régime lagunaire.

La *Lithologie* a subi une refonte complète. L'auteur a mis la classification des roches en harmonie avec les vues des pétrographes les plus autorisés. Grâce au sacrifice de quelques détails secondaires, on a pu, sans augmenter le nombre des pages, introduire des paragraphes nouveaux sur l'interprétation des analyses de roches et la représentation graphique des principaux types lithologiques.

Le chapitre de l'archéen a été refait, de manière à mieux marquer la part du métamorphisme dans la formation des schistes cristallins. La description des terrains cambrien, silurien et dévonien s'est accrue d'une quinzaine de pages, consacrées surtout aux types extra-européens.

Le chapitre relatif au *carboniférien* est à lui seul augmenté de quinze pages et de dix figures. L'auteur a cherché à donner une idée suffisante de la constitution de tous les *bassins houillers*, non seulement en Europe, mais en Amérique. Sous ce rapport, l'utilité de l'ouvrage, pour les ingénieurs et les exploitants de mines, se trouve grandement accrue.

Dans la quatrième édition, l'auteur s'était imposé l'obligation de prendre, pour base des descriptions, la division en *étages*, au lieu de grouper ces derniers par *systèmes*. Seulement, à diverses reprises, faute de données suffisamment sûres, il lui était arrivé de réunir deux

étages dans une même description. Cette fois tous ont été séparés, et l'étude de chacun d'eux est précédée par un exposé succinct des conditions de la période, ainsi que de ses divisions paléontologiques.

Les améliorations apportées aux chapitres du *permien*, du *trias* et du *jurassique* ont produit une augmentation de quinze pages. De la même façon, la part des terrains *crétacés* s'est accrue de vingt-cinq et celle des terrains *tertiaires* de quinze pages. Encore ne s'est-on maintenu dans ces limites que grâce à une sévère revision du texte entier, ce qui a permis de gagner une notable partie de la place nécessaire.

Tant d'acquisitions nouvelles entraînaient forcément une refonte des esquisses paléogéographiques de l'édition de 1900. L'auteur ne les avait d'ailleurs présentées alors que comme de simples ébauches. Sans doute, sous leur forme présente, elles gardent le caractère d'esquisses provi-

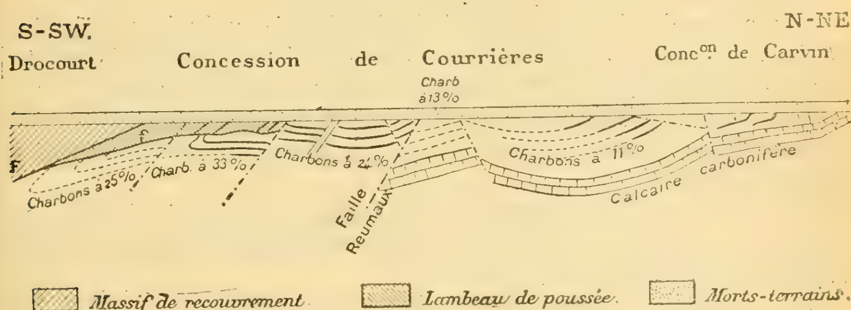


Fig. 387. — Coupe prise à travers les concessions de Courrières. F, Faille du Midi; *f* faille des Plateures.

soires. Néanmoins, le nombre des données sur lesquelles le tracé des mers anciennesa été basé s'est beaucoup accru et la partie hypothétique des contours est devenue moins incertaine.

A cette occasion, l'auteur a pensé que le moment était venu d'inaugurer l'emploi d'un canevas géographique mieux approprié aux besoins de la géologie. Jusqu'ici la projection de Mercator avait été seule usitée pour les essais de paléogéographie; mais ce mode de représentation, excellent pour les marins, convient très mal aux géologues; car il déforme considérablement les contrées de la zone tempérée froide, c'est-à-dire celles d'où la géologie tire presque toutes ses informations. De plus, il rend impossible le figuré des terres polaires.

L'auteur a donc fait choix d'un mode de perspective, déjà réalisé dans l'Atlas physique de Berghaus, et où le globe est partagé en deux moitiés par un plan parallèle à l'horizon de l'Europe centrale. La terre ferme presque tout entière se trouve ainsi concentrée dans un seul hémisphère, auquel il suffit d'ajouter deux croissants symétriques, pour représenter l'Australie et la partie méridionale de l'Amérique du Sud.

La place ainsi occupée par le pôle nord met mieux en évidence la disposition circulaire que les terres ont de tout temps affectée autour de ce point, ainsi que la permanence de la mer arctique à travers les âges.

Mais de toutes les transformations par lesquelles se distingue la cinquième édition du *Traité*, la plus importante est le remaniement opéré dans l'exposé des *Phénomènes orogéniques*. Depuis trois ou quatre ans, les géologues de langue française, développant une remarquable conception de M. Marcel Bertrand, ont fait subir à l'interprétation des dislocations alpines, et par suite à la théorie de la genèse des montagnes, une évolution qui ouvre à la science des horizons inattendus. Pénétré de l'excellence de la nouvelle conception, qui a permis à MM. Lugeon, Termier, Schardt et Haug, de réunir les éléments d'une brillante synthèse des Alpes, l'auteur du *Traité* s'est efforcé de la présenter de manière à en bien faire apprécier tout le mérite.

Il y a lieu de signaler encore les soins donnés au *Lexique alphabétique*, si utile pour faciliter les recherches et qui comprend maintenant environ 6.200 noms et 22.000 renvois de pages. Enfin le souci qu'a toujours eu l'auteur, d'indiquer les sources originales auxquelles il avait puisé, se traduit cette fois par un total de *six mille* références bibliographiques.

Rien n'a été négligé pour assurer le bon aspect de cette édition, où le nombre des figures entièrement nouvelles ou redessinées exprès atteint juste la centaine sur un total de 883.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette. — 11308.

même forme étudiée, les conditions physiques ou chimiques du sol, ce qui permettait de voir quels étaient les caractères qui se maintenaient dans les conditions les plus diverses, et d'examiner les caractères qui, au contraire, varient immédiatement avec le changement de milieu. Toutes ces cultures ont été réalisées au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Pour d'autres espèces affines, à défaut de graines, je me suis contenté d'étudier des exemplaires aussi nombreux que possible de l'espèce linnéenne et des espèces entre lesquelles elle a été démembrée. En tenant compte des résultats fournis par mes études expérimentales et en m'adressant à des échantillons très variés, je crois avoir pu donner une interprétation légitime de la structure de ce second groupe d'espèces.

Enfin, j'ai étudié des individus d'une même espèce linnéenne mais très différents, soit par leur port général, soit par la couleur de leurs fleurs, pour rechercher s'ils ne renfermaient pas dans leur structure des différences comparables à celles que j'avais rencontrées chez les espèces affines.

Parmi les différentes espèces que j'ai examinées, j'ai choisi les plus caractéristiques : c'est leur étude que j'ai résumée dans ce travail. Pour le mener à bonne fin, j'ai dû, à de nombreuses reprises, recourir à la science de distingués botanistes familiarisés avec les espèces affines. Aussi est-ce un devoir pour moi de leur offrir tous mes remerciements les plus sincères.

Je dois avant tout une mention spéciale à M. le Dr Beille, professeur agrégé à la Faculté de médecine et à l'École de pharmacie de Bordeaux, et à M. le Dr Offner, préparateur à la Faculté des sciences de Grenoble. L'un et l'autre ont mis à ma disposition une bienveillance et un dévouement que je ne saurais assez reconnaître. Je les prie d'agréer l'expression de ma vive gratitude.

Je tiens également à remercier Mlle Belèze, M. Reynier, M. l'abbé Hy et M. Jumelle du concours effectif qu'ils ont bien voulu me prêter.

PREMIER GROUPE

Espèces affines soumises au contrôle des cultures expérimentales.

---

1. RANUNCULUS BULBOSUS L. — RAN. DURIÆI Beille.

Le *Ranunculus Duriæi* que j'ai étudié m'a été envoyé de Bordeaux par M. le Dr Beille, comme une espèce affine du *R. bulbosus*. L'anatomie comparée du type et de la variété m'a révélé de telles différences de structure dans ce *R. Duriæi* que j'ai tenu à me procurer des échantillons du *R. bulbosus* récoltés dans la même localité. Très aimablement, M. Beille me fit parvenir des échantillons frais du type et de la variété que j'ai pu examiner immédiatement et des graines de l'un et de l'autre que j'ai semées parallèlement dans différents terrains à Fontainebleau.

Voici la description inédite que M. Beille donne de cette espèce affine :

« *Ranunculus Duriæi* Beille (*R. bulbosus* L., forme *Duriæi*, *Hortus burdigalensis*). Plante à souche vivace bulbiforme, pourvue de racines grêles. Tiges de 4-5 décimètres dressées ou étalées, velues. — Feuilles pubescentes, les radicales longuement pétiolées; les caulinaires à pétiole plus court, muni, comme celui des précédentes, d'un sillon étroit bien marqué sur son bord supérieur. Limbe à contour ovale, 2-terné ou 1-terné ; segment moyen plus longuement pétiolulé (sa largeur moyenne atteint 0,05-0,07), bords incisés, dentés, un peu velus. — Pédoncule floral sillonné ; fleur atteignant 0,025 de diamètre, réceptacle un peu velu, sépales réfléchis velus ; pétales jaune vif, sauf

une zone inférieure très petite, décolorée; onglet bien marqué ; écaille nectarifère triangulaire, à bord supérieur arrondi, un peu plus étroite que l'onglet, ordinairement marquée d'un sillon transversal ; carpelles en tête arrondie, bec court plus arqué, dépression péri-ovulaire bien nette ; graine rouge brun clair, bordée d'une zone linéaire plus pâle.

« Cette forme diffère du *R. bulbosus* L. cultivé dans les mêmes conditions : 1° par la largeur de ses feuilles ; 2° par le plus grand diamètre de ses tiges et de ses pédoncules fructifères ; 3° par la forme de ses pétales ; 4° par la diminution de sa zone décolorée, deux fois plus grande que le nectaire dans *R. bulbosus*, 1/2 fois à peine dans le *R. Duriæi* ; 5° par ses fleurs plus larges ; 6° par ses fruits plus développés, de couleur plus claire que ceux du *R. bulbosus* type. »

Dans cette étude je commencerai par faire l'anatomie comparée des individus adultes du *R. bulbosus* et du *R. Duriæi*, puis j'indiquerai les résultats que m'ont fournis les cultures.

I. — Plantes du jardin botanique de Bordeaux

1° Tige. — Sur une section transversale pratiquée dans une région moyenne de la tige, le *Ranunculus bulbosus* (Pl. I, fig. 1) possède un épiderme sans cuticule dont les cellules, en général isodiamétriques, ont des parois cellulosiques peu épaisses. Le parenchyme cortical est constitué par des éléments assez irréguliers, polygonaux ou plus ou moins arrondis et lâchement unis entre eux de façon à former de nombreux méats. Le calibre des cellules augmente en allant de l'épiderme vers l'endoderme.

Les faisceaux libéro-ligneux disposés sur un seul cercle sont complètement entourés d'une gaine de sclérenchyme qui relie les faisceaux les uns aux autres. Le liber forme des massifs arrondis : les éléments qui le composent sont polygonaux, pour la plupart allongés radialement. Les vaisseaux du bois secondaire sont disposés sur des files radiales dont les deux principales limitant, sur les deux côtés le massif ligneux, renferment cinq ou six gros vaisseaux arrondis ; à l'intérieur du massif, les vaisseaux sont beaucoup plus petits et entremêlés de cellules

ligneuses. Le bois primaire est représenté par quelques vaisseaux plus ou moins écrasés et isolés dans le parenchyme ligneux mou. La moelle en partie détruite renferme des cellules très régulières au voisinage des faisceaux libéro-ligneux, mais irrégulières, arrondies ou elliptiques dans la direction de la lacune centrale.

Dans la tige du *R. Duriæi* (Pl. I, fig. 2), également récolté à Bordeaux, les membranes de l'épiderme sont plus épaisses, et les cellules sont plus allongées radialement. L'écorce *ec* surtout est très différente; elle est plus développée, et elle présente de véritables canaux aérifères formés par des trabécules unisériées de cellules ajustées bout à bout.

D'autre part dans le cylindre central les éléments de soutien sont plus développés. La gaine fibreuse des faisceaux libéro-ligneux est plus importante : elle forme en dehors du liber une masse presque deux fois plus considérable, en même temps plus compacte, la lumière des fibres étant plus réduite par suite de l'épaississement des parois.

De leur côté, les cordons scléreux *rm* qui vont d'un faisceau à l'autre sont également plus importants ; la sclérification a envahi sept ou huit assises péricycles, tandis que dans le *R. bulbosus* quatre ou cinq de ces assises sont lignifiées. Ajoutons que les fibres ont leurs parois plus épaisses que celles du type. D'ailleurs les mêmes différences persistent en s'accentuant avec l'âge de la plante. Dans des coupes pratiquées au bas de la tige des mêmes échantillons, j'ai retrouvé un développement intense des éléments de soutien et en même temps une abondance considérable de canaux aérifères dans le parenchyme cortical.

Les faisceaux libéro-ligneux sont plus importants que dans la tige de *R. bulbosus*. Le liber est sensiblement le même dans les deux cas; mais les vaisseaux du bois sont plus nombreux et plus largement ouverts dans le *R. Duriæi*. Dans la moelle, il n'y a pas de différences sensibles à noter.

2° Feuille. — J'ai retrouvé dans l'étude du pétiole des différences analogues à celles de la tige relativement aux lacunes du parenchyme fondamental et aux faisceaux libéro-ligneux. Dans le limbe du *R. Duriæi* les palissades sont plus hautes que

dans le *R. bulbosus* et en même temps le tissu lacuneux est beaucoup plus méatique. Vues de face, les cellules de l'épiderme inférieur sont presque une fois plus allongées dans l'espèce affine que dans le type ; elles portent un plus grand nombre de poils (Pl. II, fig. 12 et fig. 13).

3° Racine. — N'ayant pas à ma disposition de racines de *R. bulbosus* récolté à Bordeaux, j'ai été obligé de prendre pour terme de comparaison des racines de *R. bulbosus* (Pl. I, fig. 3) des environs de Fontainebleau. Dans le *R. Duriæi* (Pl. I, fig. 4), l'écorce très développée est plus lacuneuse que dans les échantillons de *R. bulbosus* que j'ai étudiés comparativement. Mais ce qui est très caractéristique, c'est le cylindre central. Il renferme un massif énorme de bois ayant l'aspect d'une étoile à cinq rayons. Chaque rayon est formé par deux ou trois files de vaisseaux d'un calibre moyen compris dans une douzaine d'assises d'éléments très petits et complètement lignifiés. Le centre est occupé par de larges vaisseaux polygonaux à parois très épaisses. Entre le péricycle et les faisceaux ligneux sont compris les cinq faisceaux du liber.

II. — Cultures

Étudions maintenant les cultures faites à Fontainebleau.

1° Racine. — Voici la structure de la racine de *R. bulbosus* cultivé dans le terreau. L'épiderme est peu cutinisé et en partie exfolié ; dans la première moitié de l'écorce le parenchyme renferme cinq ou six grandes lacunes circulaires dues à autant de déchirures, le reste forme un tissu plus dense. L'endoderme présente des plissements caractéristiques ; il est suivi d'une assise unique de péricycle. Les éléments vasculaires sont représentés par trois faisceaux du bois alternant avec les faisceaux du liber ; la moelle est très régulière. Le *R. Duriæi* cultivé aussi dans le terreau n'offre pas de différences sensibles dans l'épiderme. L'écorce renferme des lacunes semblables aux précédentes, le parenchyme y est plus lâche. Dans le cylindre central le nombre des faisceaux est porté à quatre, les vaisseaux du bois sont plus nombreux et plus développés, la moelle est en partie sclérifiée et vers la pointe des faisceaux les cellules ligneuses

sont plus abondantes. Les masses libériennes sont également plus compactes.

Les graines semées dans le calcaire ont donné des échantillons plus chétifs; cependant le *R. Duriæi* diffère du type par le nombre des faisceaux qui est de quatre au lieu de trois, par l'abondance du tissu vasculaire. En effet, dans chaque faisceau du *R. Duriæi* on trouve en général huit à dix vaisseaux, et sept seulement dans le *R. bulbosus*.

2° Tige. — J'ai trouvé respectivement dans les tiges des *R. bulbosus* et *R. Duriæi* une structure tout à fait semblable à celle que j'ai décrite plus haut.

3° Feuille. — 1. *Pétiole*. Comparons d'abord les individus qui ont poussé dans le terreau. Comme dans la tige, on remarque de nombreux méats dans le parenchyme fondamental du pétiole de *R. bulbosus*. Les faisceaux libéro-ligneux présentent en dehors du liber et à la pointe du bois des paquets de fibres non encore sclérifiées.

Le pétiole du *R. Duriæi* se distingue du précédent par une plus grande abondance des lacunes dans le parenchyme et la plus grande épaisseur des parois des fibres.

2. *Limbe*. Une section transversale perpendiculaire à la nervure médiane montre que la feuille du *R. Duriæi* est plus épaisse que celle du *R. bulbosus*. Les faisceaux des nervures sont plus importants. Les palissades du mésophylle sont plus allongées et plus adhérentes les unes aux autres. De plus, il y a deux assises palissadiques très nettes, tandis que dans le type les cellules de la seconde assise sont à peine étirées. Malgré le développement du tissu palissadique, le tissu lacuneux est très abondamment représenté dans le *R. Duriæi*. Les lacunes y sont plus nombreuses et plus considérables, surtout au voisinage de la nervure médiane.

Si nous passons à l'examen de la structure des plantes cultivées dans le calcaire, nous avons à peu près à noter les mêmes observations, en tenant compte des réserves déjà faites sur la morphologie externe de ces échantillons. L'étude du limbe offre quelques particularités intéressantes. L'épiderme ventral est plus épais dans le *R. bulbosus*, mais la deuxième assise du tissu palissadique, très nette près de la nervure médiane, perd

bientôt cette différenciation, tandis que dans l'espèce *R. Duriæi* les deux assises palissadiques persistent dans toute l'étendue du limbe; d'ailleurs, comme précédemment, les cellules y sont plus allongées et moins larges. Ce qui frappe surtout dans la structure de ce limbe, c'est l'abondance et l'étendue des lacunes. La nervure médiane est encore mieux développée que dans le type; le parenchyme qui la sépare de part et d'autre de l'épiderme est plus collenchymateux.

Vues de face, les cellules épidermiques sont moins larges que celles du *R. bulbosus*, elles portent beaucoup plus de poils. Ainsi, pour ne parler que des différences les plus notables, il ressort des comparaisons faites plus haut que le *R. Duriæi* se distingue du *R. bulbosus* type par la présence des lacunes dans le parenchyme cortical et par une grande abondance des éléments de soutien. Cette variété est donc caractérisée par une structure mixte appartenant à la fois aux plantes humides et aux végétaux soumis à la sécheresse.

La coexistence de semblables caractères s'excluant ordinairement est pour le moins très surprenante. Pour en saisir toute l'importance, je me suis adressé à de nombreux et variés échantillons de *R. bulbosus* des environs de Paris. En récoltant ces matériaux, je me suis attaché à réunir les conditions qui me permettaient de préciser entre quelles limites pouvait osciller la structure du *R. bulbosus*. J'ai d'abord tenu le plus grand compte des différences de milieu : c'est ainsi que j'ai comparé des pieds de *R. bulbosus* récoltés, les uns à Chaville, sur le talus d'une route forestière, d'autres dans la vallée de Chevreuse, à la fois dans une prairie et dans un fossé humide, d'autres enfin à la Mare aux Fées, près de Fontainebleau.

Dans le but d'augmenter ces documents, j'ai étudié des échantillons que les différences de morphologie externe rendaient plus intéressants : par exemple, j'ai comparé de beaux pieds de *R. bulbosus* très bien développés avec d'autres Renoncules récoltées au même endroit en terrain sec ou sur un sol humide, mais plus chétives et rabougries. Enfin, je n'ai pas négligé les plantes d'herbier de provenances différentes quand j'ai trouvé les indications nécessaires sur l'habitat, le lieu et l'époque de la récolte.

Je n'entrerai pas dans la description détaillée de la structure de ces différents échantillons que j'ai étudiés avec le plus grand soin dans leurs principaux organes végétatifs. Il me suffira de noter les observations capables de jeter quelque lumière sur la structure paradoxale du *R. Duriæi.*

Commençons par l'étude de la racine.

1° Racine. — Le *R. bulbosus* récolté sur le bord de la route, dans les bois de Chaville, présente une structure moyenne entre toutes celles que j'ai observées.

L'épiderme est un peu cutinisé ; les cellules de l'écorce sont régulières, polygonales, à parois minces.

Dans l'endoderme une douzaine de cellules sont nettement sclérifiées. Les éléments vasculaires du cylindre central forment quatre faisceaux de bois et quatre faisceaux de liber. Les vaisseaux sont au nombre de sept ou huit dans chaque faisceau ; mais on voit la lignification envahir les cellules de la moelle et le faisceau est séparé du péricycle par de petites cellules ligneuses. Nous trouvons à peu de chose près la même structure dans le grand échantillon récolté dans une prairie de la vallée de Chevreuse, mais les cellules de l'écorce sont moins régulières ; l'endoderme est presque entièrement sclérifié, la différenciation du bois est plus avancée, la moelle est complètement lignifiée. Un second pied, également récolté à Chevreuse mais plus rabougri, se distingue du précédent par un épiderme relativement plus large, alors que les cellules du parenchyme cortical sont plus petites de moitié, plus régulières et à membranes plus épaisses.

Mais c'est le cylindre central qui est de beaucoup le plus intéressant. La différenciation est poussée à l'excès, tout y est lignifié : vaisseaux, moelle, parenchyme périmédullaire, péricycle et endoderme. L'ensemble des faisceaux et de ces éléments ligneux forme les quatre bras d'une croix enserrant les massifs libériens. D'ailleurs, si l'on tient compte de la section de la racine, le diamètre du cylindre central est plus grand que dans tous les cas précédents. Avec le *R. bulbosus* récolté dans le sable de Fontainebleau nous retrouvons un cylindre central plus réduit : il ne renferme que trois faisceaux groupés autour d'un gros vaisseau central et contenant chacun huit ou neuf vaisseaux

de bois. L'endoderme est complètement sclérifié. L'épiderme est plus cutinisé que ceux que nous avons examinés jusqu'ici et les cellules de parenchyme cortical sont plus grandes et moins régulières.

C'est la même structure du cylindre central que présente un échantillon d'herbier récolté dans le département de la Marne, mais la lignification est moins avancée et, d'autre part, les cellules de l'écorce sont plus petites et très régulièrement polygonales. Ces exemples prouvent évidemment qu'un même végétal offre une grande plasticité dans sa morphologie interne, et dès lors une extrême prudence s'impose quand il s'agit d'interpréter l'anatomie d'une plante. Mais pour le sujet qui nous occupe une autre conclusion se dégage. Si l'on se rappelle en effet la structure de la racine du *R. Duriæi*, il est facile de voir qu'elle ne ressemble exactement à aucune de celles que nous venons d'étudier. Le nombre de ses faisceaux est supérieur dans tous les cas et surtout on ne trouve jamais dans le *R. bulbosus* cette association d'un parenchyme cortical lacuneux avec un grand développement des éléments de soutien. Ainsi, pour ne faire que cette comparaison, par son cylindre central le *R. Duriæi* se rapproche du *R. bulbosus* de Chevreuse petit échantillon, mais il s'en sépare nettement par son écorce. Si nous étudions l'anatomie de la tige, nous voyons qu'elle résout le problème dans le même sens.

2° Tige. — Commençons par un *R. bulbosus* récolté sur le bord d'un fossé très humide. Une coupe, faite au bas de la tige fleurie, montre que l'écorce est très lacuneuse ; les faisceaux libéro-ligneux sont très bien développés, mais il n'y a pas trace de sclérenchyme, alors qu'une coupe du premier entre-nœud de la tige du *R. Duriæi* montre déjà un anneau fibreux autour des faisceaux. J'ai retrouvé à peu près la même disposition dans le *R. bulbosus* des bois de Chaville, seulement les lacunes sont moins nombreuses. Les fibres manquent également dans le bas de la tige du *R. bulbosus* de Fontainebleau récolté dans un endroit très sec ; les faisceaux libéro-ligneux ont entourés d'un véritable manchon de fibres très sclérifiées, mais dont l'ensemble est moins important que chez le *R. Duriæi*. D'ailleurs, l'anneau continu de sclérenchyme qui va d'un faisceau à l'autre

dans ce dernier, manque ici. Il est très développé dans le grand échantillon de Chevreuse, de même que les anneaux fibreux des vaisseaux. Mais si, en raison de l'abondance des tissus de soutien, ces deux tiges de *R. bulbosus* rappellent la structure du *R. Duriæi*, elles en diffèrent notablement par l'absence de lacunes dans l'écorce. Le *R. bulbosus* de la Mare aux Fées présente au contraire une écorce assez lacuneuse, mais en revanche, comme chez les échantillons par lesquels j'ai commencé ces comparaisons, cette adaptation au milieu humide se traduit par une réduction des éléments de soutien. Il est donc impossible de faire rentrer le *R. Duriæi* dans aucun des cas précédents. L'étude de la feuille va encore accentuer notre affirmation.

3° Feuille. — Je ne dirai rien de particulier sur le pétiole, au sujet duquel il faudrait faire des observations analogues à celles qu'a suggérées l'examen de la tige. Occupons-nous exclusivement du limbe. Dans une coupe transversale de la feuille du *R. bulbosus* de Fontainebleau récolté dans un endroit très sec, nous trouvons, après l'épiderme supérieur non cutinisé, deux assises palissadiques très nettes, mais les cellules de la seconde assise sont moins allongées ; le tissu palissadique remplit exactement la moitié de l'épaisseur du limbe. La seconde moitié est représentée par un tissu lacuneux d'ailleurs assez compact et l'épiderme inférieur très aplati. Nous voyons deux assises palissadiques dans le *R. bulbosus* récolté à Chevreuse dans un fossé ; elles sont égales toutes les deux, mais presque de moitié moins allongées que dans le premier exemple. Le tissu lacuneux est très dense, les lacunes n'existent guère qu'au voisinage de la nervure médiane. Le tissu palissadique est réduit à une seule assise dans les deux autres échantillons de Chevreuse, mais les cellules qui forment la palissade sont très allongées et larges en proportion ; à elle seule cette assise vaut les deux précédentes ; elle est suivie d'un tissu lacuneux normal.

D'après ces descriptions, le *R. Duriæi* ressemble surtout à ce dernier échantillon ; il en diffère cependant par l'allongement considérable des cellules palissadiques et par un excessif développement des lacunes.

Conclusion. — Des études comparées que nous venons de faire successivement, il ressort que, à quelque organe qu'on s'adresse, l'anatomie du *R. Duriæi* demeure quelque peu déconcertante. La présence simultanée de caractères ordinairement séparés permet, pour le moins, de supposer qu'à elle seule l'influence immédiate du milieu semble insuffisante à expliquer la structure de cette espèce affine du *R. bulbosus*. Pour nous, ces caractères différentiels, que nous avons essayé de mettre en relief, ont la valeur et la signification de caractères acquis héréditaires, par conséquent spécifiques.

---

2. ANEMONE PULSATILLA L. — ANEMONE BOGENHARDTIANA Pritz. — ANEMONE RUBRA Lamk.

Parmi les sous-espèces rattachées à l'*Anemone Pulsatilla* L., j'ai étudié les *A. Bogenhardtiana* Pritz. et *A. rubra* Lamk., que j'ai reçues de Bordeaux où elles poussent spontanément, et j'ai cultivé à Fontainebleau des pieds de l'une et de l'autre venant également des environs de Bordeaux. Je les ai comparées au type linnéen.

L'*A. Bogenhardtiana* diffère du type par : fleurs à la fin penchées, assez grandes, d'un violet foncé ; sépales obtusiuscules, elliptiques, assez abondamment velus extérieurement ; divisions des feuilles allongées, ténues ; stigmates d'un beau violet.

L'*A. rubra* possède les caractères différentiels suivants : fleurs à la fin inclinées ou penchées, bien moins étalées au sommet que dans le type ; hampes poilues à poils courts ; stigmates d'un beau violet.

1° Tige. — La section transversale de la tige, immédiatement au-dessous du pédicelle floral, est très nettement circulaire. Dans l'*Anemone Pulsatilla* (Pl. II, fig. 7), l'épiderme est muni de poils scléreux unicellulaires et de quelques stomates faisant légèrement saillie vers l'extérieur. Les éléments dont il se compose sont carrés ou rectangulaires ; leurs parois externes, arrondies, sont épaissies et protégées par une cuticule mince et

striée. Cet épiderme recouvre un parenchyme cortical arrondi, collenchymateux, très méatique, à sept assises. L'endoderme et l'assise précédente ont des cellules encore plus épaissies, polygonales, et plus intimement unies entre elles. C'est en face des faisceaux libéro-ligneux surtout que le collenchyme est abondant. En ces endroits, l'endoderme forme des concavités logeant des arcs péricycliques de sept assises de fibres peu épaisses. Dans les espaces interfasciculaires, on trouve, au-dessous de l'endoderme, de grosses cellules polygonales se confondant avec les rayons médullaires de la moelle qui est le siège d'une grande lacune. Les assises les plus externes de ce tissu commencent à se lignifier, tandis que les plus voisines de la lacune centrale ont des parois plus minces et plus irrégulières. Les faisceaux libéro-ligneux, de grandeurs différentes, ont un liber très abondant et formant un massif arrondi ; le bois est peu ou pas triangulaire, il renferme des vaisseaux polygonaux non disposés en files et entremêlés de parenchyme mou ; les premières trachées sont écrasées ; au contact du cambium, les vaisseaux forment une ligne d'éléments serrés et étroits ; à l'extrémité intérieure, le faisceau plonge dans un parenchyme primaire abondant.

Dans la tige comparable de l'A. *Bogenhardtiana* Pritz. (Pl. II, fig. 8), les cellules de l'épiderme sont en général plus aplaties, les stomates sont construits sur le même plan que dans le type. Les dimensions moyennes des éléments corticaux sont plus grandes que dans l'A. *Pulsatilla*, et les méats sont moins nombreux. La différenciation semble au même stade dans les deux cas, mais les faisceaux libéro-ligneux sont plus importants ; d'ailleurs ils sont plus rapprochés les uns des autres et leur nombre est double de celui des faisceaux de la tige de l'A. *Pulsatilla*. L'appareil de soutien est également plus développé, chaque arc fibreux péricyclique comprend dix assises, au lieu de sept ou huit ; de plus, dans sa plus grande largeur on compte vingt-cinq rangées de fibres, tandis que dans l'*Anemone Pulsatilla* il n'y en a que quatorze ou quinze. Le liber diffère de celui du type tant par sa forme générale qui est rectangulaire au lieu d'être arrondie, que par la disposition de ses éléments moins allongés radialement. Au contraire

la forme triangulaire du bois est plus franchement accusée, et le nombre des vaisseaux est plus grand. Il faut encore noter que l'endoderme et la partie extérieure du sclérenchyme qu'il limite sont moins convexes que dans *A. Pulsatilla.*

Dans d'autres échantillons d'*A. Pulsatilla* plus différenciés, j'ai fait les mêmes remarques sur l'appareil de soutien et sur la forme des faisceaux libéro-ligneux. Les gaines scléreuses sont toujours moins épaisses et surtout moins larges que dans la sous-espèce *Bogenhardtiana*, et le bois est plus étalé.

C'est aussi ce que j'ai constaté en comparant avec des pieds d'*A. Pulsatilla* récoltés à Fontainebleau des individus d'*A. Bogenhardtiana* que j'ai reçus de Bordeaux et que j'ai transplantés dans le sable de Fontainebleau. Toutefois les différences portant sur la forme des faisceaux libéro-ligneux sont moins nettes.

La tige d'*A. Bogenhardtiana* diffère donc de la tige d'*A. Pulsatilla* surtout par l'importance et la forme des massifs scléreux du péricycle, ainsi que par le développement plus considérable du tissu vasculaire.

Dans la tige d'*A. rubra* Lam. de Bordeaux il m'a été impossible d'étudier l'écorce qui a disparu des coupes que j'y ai faites en plusieurs endroits. Le nombre des faisceaux libéro-ligneux du cylindre central est plus grand ; il s'élève jusqu'à vingt, alors qu'il est de douze seulement dans l'*A. Pulsatilla*; dans tous les cas observés j'ai relevé cette supériorité de l'*A. rubra.*

Les gaines scléreuses sont généralement moins développées : à ce point de vue l'*A. rubra* se distingue donc très nettement de l'*A. Bogenhardtiana*, dont l'appareil de soutien est plus puissant. Il diffère surtout de l'espèce linnéenne par la moindre importance de ses faisceaux libéro-ligneux : ils ne renferment en effet qu'une moyenne de onze files radiales de vaisseaux, tandis qu'on en trouve dix-sept environ dans l'*A. Pulsatilla*; le liber présente une réduction analogue.

En m'adressant à des plantes desséchées que j'ai fait ramollir, je me suis heurté à la même difficulté que celle que j'ai rencontrée dans les échantillons envoyés de Bordeaux, pour l'étude de l'écorce de cette Anémone. Je n'ai pu recueillir que

de rares lambeaux, je les ai trouvés tous plus méatiques que le parenchyme cortical d'*A. Pulsatilla*.

C'est seulement sur un échantillon frais d'*A. rubra* (Pl. II, fig. 9) dont je suis redevable à M. le Dr Offner, que j'ai pu étudier l'écorce intacte. J'ai remarqué, en effet, qu'elle était plus méatique que dans l'espèce linnéenne; mais ce qui m'a frappé surtout, c'est son peu d'épaisseur. En effet, elle renferme seulement cinq assises, tandis que l'écorce de l'*A. Pulsatilla* en renferme huit ou neuf. C'est sans doute à cette particularité qu'il faut attribuer la fragilité de l'écorce d'*A. rubra* dans les individus plus âgés.

Dans cet échantillon, comme dans les plantes d'herbier, j'ai constaté, avec quelques modifications de détail, les mêmes différences générales entre la tige d'*A. rubra* et d'*A. Pulsatilla*, notamment celles qui portent sur l'importance des massifs fibreux péricycles, le nombre et la forme des faisceaux libéro-ligneux.

En résumé, la tige d'*A. rubra* diffère de la tige d'*A. Pulsatilla* par la réduction de l'écorce, la moindre importance de l'appareil de soutien, le plus grand nombre des faisceaux libéro-ligneux et la moindre intensité de la lignification.

2° Feuille. — Dans l'*Anemone Pulsatilla*, le *pétiole* a une section triangulaire arrondie et il porte une échancrure assez profonde à sa face supérieure. L'épiderme est semblable à celui de la tige, il est revêtu de quelques poils unicellulaires scléreux; l'assise sous-épidermique se compose d'éléments plus petits et plus arrondis (elle présente l'aspect d'un hypoderme). Le reste du tissu cortical comprend des cellules arrondies et lâchement unies entre elles.

Les faisceaux libéro-ligneux au nombre de six ou sept, suivant qu'en face l'échancrure médiane on en trouve un ou deux, sont disposés tout autour suivant le contour triangulaire du pétiole. Ils sont coiffés d'un arc fibreux qui déborde un peu sur les côtés; autour du faisceau médian, cet arc comprend quatre ou cinq assises scléreuses. Le péricycle interfasciculaire ainsi que les rayons médullaires renferment des éléments polygonaux plus grands que ceux de l'écorce.

Le bois et le liber présentent la même disposition que dans les faisceaux de la tige.

Le *limbe* porte les deux sortes de poils signalés dans le pétiole, il présente des stomates sur les deux faces. Les cellules de l'épiderme inférieur sont, en général, plus petites et plus arrondies que celles de l'épiderme supérieur. Le mésophylle, dans lequel sont plongés les faisceaux libéro-ligneux, possède une seule assise de palissades atteignant à peine le tiers de l'épaisseur du limbe. Le reste est du tissu lacuneux formé d'éléments arrondis.

La coupe du pétiole d'*A. Bogenhardtiana* Pritz diffère de la précédente en ce que la forme triangulaire qu'elle affecte est celle d'un triangle isocèle et non d'un triangle équilatéral comme dans l'*A. Pulsatilla*. Les dimensions sont plus grandes : l'échancrure de la face supérieure, relativement moins profonde, intéresse presque toute cette face. Les poils et les stomates de l'épiderme sont plus nombreux que dans le type ; le tissu cortical, beaucoup moins méatique, est plus épais, il comprend en effet 6 assises (au lieu de 4) de cellules plus régulières et assez intimement unies entre elles. A la face ventrale, la différence est encore plus grande : on compte 10 assises au lieu de 5. En raison de la surface du pétiole, le nombre des faisceaux libéro-ligneux est de 13 ou 14 ; ces faisceaux, de dimensions très inégales, sont répartis comme dans l'*A. Pulsatilla*. Les arcs scléreux renferment un nombre double d'assises de fibres, ils débordent davantage sur les côtés et rejoignent presque le bois.

L'importance relative du liber est moindre, mais en revanche les massifs ligneux sont une fois plus étendus. On observe les mêmes différences dans les faisceaux de la face ventrale du pétiole ; toutefois la gaine fibreuse ne comprend que deux ou trois assises.

Le *limbe*, comme dans l'*A. Pulsatilla*, possède deux épidermes construits sur un type différent, mais la différence des dimensions des cellules est plus sensible. Les palissades sont plus hautes et plus étroites, elles arrivent presque au milieu du mésophylle.

Le pétiole d'*A. rubra* Lamk. possède aussi une section transversale triangulaire, mais beaucoup plus aplatie que dans le cas précédent.

Par le développement du sclérenchyme et le nombre des faisceaux libéro-ligneux il se rapproche davantage du pétiole d'*A. Bogenhardtiana*, mais il s'en distingue comme du type par l'irrégularité et la réduction du parenchyme fondamental.

Quant au *limbe*, il possède des palissades plus hautes que celles de l'*A. Pulsatilla*, et moins serrées les unes contre les autres.

Conclusion. — Dans tous ses organes l'*A. Bogenhardtiana* diffère nettement de l'*A. Pulsatilla*. Comme la morphologie externe, l'anatomie fournit des caractères différentiels qui sont, dans l'*A. Bogenhardtiana* : l'importance et surtout l'extension des arcs fibreux péricycliques sur les flancs du liber, la disposition générale du tissu vasculaire et l'épaisseur de l'écorce.

De même, par la structure de sa tige et de sa feuille l'*A. rubra* est assez différente de l'*A. Pulsatilla*. On peut dire que la réduction de l'écorce et le nombre des faisceaux libéro-ligneux permettent de caractériser cette sous-espèce ; ici encore l'anatomie rend service à la classification.

---

3. THALICTRUM FLAVUM L. — THALICTRUM ANGUSTIFOLIUM Jacq. — THALICTRUM NIGRICANS Jacq.

J'ai étudié comparativement trois pieds de *Thalictrum* récoltés au Jardin Botanique de Grenoble : le *Thalictrum flavum* L., et deux variétés, le *Th. angustifolium* Jacq. et le *Th. nigricans* Jacq.

J'ai semé parallèlement dans différents terrains des graines de l'espèce type et des deux espèces affines et j'ai pu faire l'étude comparée des germinations et des plantes adultes que j'ai obtenues. Je ferai d'abord l'anatomie des trois *Thalictrum* du Jardin Botanique de Grenoble ; j'étudierai ensuite les individus provenant des semis.

I

Tige. — Examinons une coupe faite au sommet de la tige du *Thalictrum flavum*, immédiatement au-dessous de l'inflorescence. L'épiderme est fortement cutinisé, surtout sur les angles (ici au nombre de 12); il ne renferme que de rares stomates. Les cellules épidermiques sont irrégulièrement circulaires, les parois externes et internes sont très épaissies.

Le parenchyme cortical comprend trois couches d'éléments arrondis ou elliptiques renfermant de nombreux méats. Dans les pointes de la tige, ce même parenchyme est très collenchymateux et plus ou moins méatifère.

L'endoderme, à cellules de grosseur moyenne entre celles de l'écorce et celles du péricycle et à parois épaisses, est assez nettement marqué. Au-dessous, le péricycle fibreux forme un amas continu de trois assises. Les fibres sont d'autant plu sclérifiées qu'elles sont plus proches de l'endoderme; dans la première assise le lumen des cellules est extrêmement réduit.

Les faisceaux libéro-ligneux, ici au nombre de 40, comprennent 12 faisceaux foliaires adossés au sclérenchyme périphérique et correspondant exactement chacun à une côte saillante de la tige. Au dire de M. Mansion (1), les faisceaux foliaires situés sous les côtes de la tige ont une section pointue et s'avancent notablement vers le centre. Des 12 faisceaux dont nous parlons, 4 ne remplissent pas cette condition; ce cas particulier, joint à d'autres observations analogues sur plusieurs tiges, montre que le fait énoncé par M. Mansion n'a pas une rigueur absolue. Les autres faisceaux, dits réparateurs, de taille variable, sont répartis sur deux rangs, et d'autant plus rejetés vers l'extérieur qu'ils sont moins volumineux. Ils ont une forme ovale à pointe arrondie. Tandis que dans les faisceaux foliaires le bois primaire est allongé en pointe, dans ces faisceaux réparateurs il est plus étalé, et les éléments du bois secondaire sont beaucoup plus abondants. Chaque massif libéro-ligneux est relié à l'endoderme par une zone scléreuse

(1) *Contribution à l'anatomie des Renonculacées : le genre Thalictrum* (Arch. de l'Inst. Bot. de l'Univ. de Liége, vol. I, 1897).

de 8-10 assises plus ou moins fibreuses. Les éléments du liber très réguliers, allongés radialement, sont écrasés en partie au contact du péricycle. Entre les faisceaux les rayons médullaires se sont épaissis ; les cellules restent très nettement polygonales. Le parenchyme ligneux primaire, tendre, est suivi de 3 ou 4 assises de cellules en voie de sclérification, puis d'une vaste lacune à la place de la moelle.

Une coupe faite dans une région comparable du *Th. angustifolium* permet de noter les différences suivantes. La cuticule, en général mieux développée sur tout l'épiderme, n'offre pas à l'extrémité des pointes l'épaisseur considérable qu'on remarque dans le type. Le nombre des stomates est sensiblement le même. Les cellules épidermiques sont moins grandes que dans le type, tandis que l'assise sous-épidermique est plus nette et aussi plus collenchymateuse. Le parenchyme cortical est plus compact, on ne retrouve aucun méat dans les pointes de la tige. L'anneau fibreux péricyclique est plus différencié. Dans les arêtes le péricycle est complètement sclérifié. Les fibres diffèrent de celles du *Th. flavum*, tant par leur nombre plus considérable que par le degré de sclérification beaucoup plus intense ; la lumière des cellules est presque entièrement obstruée.

Les faisceaux libéro-ligneux ne sont qu'au nombre de 32, bien que la section de la tige soit plus grande que celle du *Th. flavum*. On les peut considérer comme répartis sur une même ligne, mais ils sont d'autant plus près de la moelle qu'ils sont plus gros. La différence entre les faisceaux foliaires et les faisceaux réparateurs est plus nette et plus constante. Les premiers ont une section pointue, et la section ovale des seconds est beaucoup plus arrondie que dans le type. Dans les uns et les autres, les vaisseaux du bois primaire et secondaire sont plus nombreux, et au milieu du parenchyme ligneux tendre, trois fois plus abondant que dans le *Th. flavum*, les restes isolés du bois primaire sont plus apparents. La sclérification est aussi plus avancée dans les 3 ou 4 assises du parenchyme périmédullaire.

Il faut noter toutefois que le tissu des rayons médullaires est moins épaissi que dans le type, bien qu'en général, nous l'avons

vu, la sclérification soit plus accentuée dans le péricycle : les dernières assises de ce tissu sont restées cellulosiques et les cellules ont une forme polygonale très régulière. Il en est de même des quelques éléments de la moelle, qui bordent la lacune centrale.

Dans le *Th. nigricans*, les cellules épidermiques sont plus petites, moins régulières que dans le type. Leurs parois internes et externes sont également épaissies. La cuticule est assez développée à l'endroit des angles, mais moins que dans le *Th. flavum*. En revanche, l'assise sous-épidermique est plus importante Le parenchyme cortical, qui comprend une assise de cellules de plus, est aussi plus collenchymateux, moins méatique, surtout dans les pointes où les cellules, assez régulièrement polygonales, ne laissent entre elles aucun méat.

La section de la tige est plus petite, on ne compte que 26 faisceaux libéro-ligneux, parmi lesquels il serait assez difficile d'établir une distinction en foliaires et réparateurs. Ils ont en effet une forme moyenne intermédiaire entre les deux formes que nous avons trouvées jusqu'alors : d'une part ils ne sont pas assez pointus pour rentrer dans la définition qu'en a donnée Mansion, et, d'autre part, la forme ovale n'est pas assez arrondie pour qu'ils aient franchement l'aspect de faisceaux réparateurs. Seule la position en face des crêtes de la tige désigne les faisceaux foliaires. Ils sont tous accolés à l'anneau de fibres péricycliques, aussi important dans son ensemble que chez le type. Les massifs libériens sont sensiblement les mêmes, tandis que les éléments du bois tant primaire que secondaire sont plus abondants, surtout dans les faisceaux foliaires, ici beaucoup plus importants.

II. — Cultures.

Voici les observations que j'ai pu faire sur les cultures des trois espèces de *Thalictrum* dans le terreau, l'argile, le calcaire et le sable.

A. *Germinations.*

Je ne parlerai ici que des feuilles prélevées sur des individus âgés de cinq mois.

Feuille. — 1. *Pétiole.* — Étudions d'abord les cultures faites dans le calcaire.

Le pétiole du *Th. flavum* est de forme triangulaire, les angles aux sommets étant assez arrondis. Une mince cuticule recouvre l'épiderme, elle s'épaissit aux angles du pétiole. Les cellules épidermiques ont leurs parois externes plus collenchymateuses que leurs parois internes. L'écorce comprend 2 ou 3 assises de parenchyme assez lâche et mince, si ce n'est dans les côtes où les éléments sont nettement polygonaux, épaissis, sans laisser entre eux de méats. Le péricycle forme un anneau fibreux continu, plus épais en face des faisceaux libéro-ligneux qui lui sont accolés. Ces derniers, au nombre de 6, sont de trois grosseurs : les trois plus gros sont situés aux angles du pétiole. M. Marié (1) dit que dans le *Th. flavum* les faisceaux sont tous directement appuyés contre la face interne du péricycle, sauf un seul, enfoncé plus profondément, isolé au milieu du bord supérieur et, de plus, concentrique par inclusion du liber entre les cornes antérieures du V prolongées. Il m'a été impossible de vérifier cette assertion, à ce stade du développement. Les faisceaux libéro-ligneux ont tous une forme plus ou moins arrondie, le bois est étalé.

La coupe du pétiole du *Th. angustifolium* a une forme vague trapézoïde dont les angles sont plus accentués que dans le cas précédent. Elle est au moins le double de celle du type. La cuticule est plus mince, même au niveau des côtes, que dans le *Th. flavum*. Les cellules de l'épiderme ne sont guère plus grandes que celles de l'écorce, leurs parois sont moins épaisses ; l'assise sous-épidermique est plus régulière, et le parenchyme cortical est plus compact que dans le type. L'anneau fibreux péricyclique n'offre aucune différence sensible avec le précédent ; il est relié à huit faisceaux libéro-ligneux d'inégale grosseur, les quatre plus gros faisant face aux angles. Ces derniers sont bien plus importants que ceux du *Th. flavum*, ils sont plus allongés, la pointe du bois primaire s'avance plus profondément vers la moelle.

Avec le *Th. nigricans* nous retrouvons dans la coupe du pétiole

(1) *Recherches sur la structure des Renonculacées* (Ann. Sc. nat., 6e série, Bot., t. XX, 1885).

la forme triangulaire. Par son épiderme et son écorce il diffère peu du *Th. angustifolium*; le parenchyme cortical contient dans les deux cas une assise de plus que dans le type. Dans l'anneau péricyclique la sclérification n'a encore envahi qu'une assise de cellules. Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de 6, sont plus gros et plus allongés que dans le *Th. flavum*; les massifs libériens surtout sont plus importants.

Les cultures faites dans le terreau m'ont donné, pour les trois espèces, des échantillons plus robustes et mieux différenciés. L'étude de ces plantes m'a fourni des résultats absolument concordants avec les précédents; les différences notables persistent, comme nous allons le voir. Pour ne pas allonger ces descriptions anatomiques, je ne prendrai que deux termes de comparaison, le *Th. flavum* et le *Th. angustifolium*.

La section du pétiole du *Th. flavum* demeure triangulaire, mais, par suite du développement de la côte médiane sur la base qui s'est fortement courbée vers l'extérieur, le triangle primitivement équilatéral tend à engendrer un quadrilatère. La cuticule est assez développée, mais le parenchyme cortical est peu collenchymateux dans les côtes. Le péricycle comprend deux assises très fortement sclérifiées, le lumen des fibres est à peine visible. Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de 8, sont arrondis.

La symétrie bilatérale est complètement masquée dans le pétiole du *Th. angustifolium*, dont la section transversale a la forme d'un octogone irrégulier, les sommets formant 8 côtes à l'extérieur. Si l'on néglige quelques petites différences de détail touchant l'épiderme et l'écorce, ce qui frappe avant tout c'est l'aspect des faisceaux, ici au nombre de 13. Ils ont tous, même les plus petits, une forme ovale très allongée. L'ensemble du faisceau est d'ailleurs plus important que dans le *Th. flavum*. Si le liber est moins abondant, en revanche les éléments du bois sont beaucoup plus nombreux.

Enfin, si nous comparons les cultures faites dans le sable, nous voyons des échantillons beaucoup moins développés que les précédents, gardant dans les deux cas, en section transversale, une forme triangulaire et une symétrie bilatérale très nettes. Chez le *Th. angustifolium*, la base du triangle isocèle

s'est déjà déformée vers l'extérieur en donnant deux côtes situées de part et d'autre de la ligne médiane. Les faisceaux sont encore plus nombreux et plus importants que ceux du *Th. flavum*, et surtout ils s'en distinguent par la forme ovale.

2. *Limbe.* — A ce stade les différences sont assez légères entre les trois espèces de *Thalictrum*. Les faisceaux des nervures reproduisent assez exactement la forme des faisceaux du pétiole dans chaque cas. Quant au mésophylle, il est très nettement bifacial dans les trois individus. Il renferme dans le *Th. flavum* deux assises de palissades peu élevées, suivies d'un nombre égal d'assises de tissu lacuneux. Le limbe du *Th. angustifolium* est généralement plus épais; les palissades sont plus adhérentes les unes aux autres, et le tissu lacuneux est plus abondant.

B. *Plantes adultes.*

1° Tige. — Au printemps suivant, j'ai pu étudier la tige de ces trois *Thalictrum*. Pour ce qui est de la différenciation des tissus, et en particulier de la sclérification de l'anneau fibreux péricyclique et des massifs de fibres situés à la pointe du bois, j'ai constaté qu'elle ne pouvait fournir aucun renseignement sur la distinction du *Th. flavum* et des deux autres, *Th. angustifolium* et *Th. nigricans*. Au contraire, j'ai retrouvé des différences très nettes dans la forme des faisceaux libéro-ligneux. D'une manière générale les faisceaux de la tige de *Th. flavum* sont plus étalés, même les faisceaux foliaires, tandis que dans le *Th. angustifolium* ils sont beaucoup plus allongés et que leur distinction en faisceaux foliaires et réparateurs est très facile.

Quant aux faisceaux du *Th. nigricans*, ils ont tous une forme triangulaire assez régulière; les faisceaux foliaires sont plus importants et aussi plus allongés.

2° Feuille. — 1. *Pétiole.* J'ai retrouvé dans cet organe adulte les mêmes différences que dans le pétiole jeune, entre les trois espèces de *Thalictrum*, relativement à l'importance et à la forme des faisceaux libéro-ligneux. De plus, tandis que dans le *Th. flavum* (Pl. III, fig. 18) les faisceaux sont répartis sur une seule ligne, même sur la face ventrale du pétiole, dans

le *Th. angustifolium* (Pl. III, fig. 19), au lieu d'une seule rangée de faisceaux on en trouve trois sur cette même face. Chez le *Th. nigricans* (Pl. III, fig. 20), en dehors de la rangée de faisceaux accolés au péricycle, ici très riche en sclérenchyme, il existe au voisinage de la lacune centrale, à la face supérieure du pétiole, un faisceau arrondi ; le liber est au centre et complètement entouré par le bois qui a débordé sur ses côtés.

2. *Limbe.* — Les différences relatives aux faisceaux se maintiennent plus ou moins atténuées dans les nervures du limbe. Le mésophylle est plus épais dans le *Th. angustifolium* ; les palissades, plus étroites et plus adhérentes les unes aux autres, forment un tissu très dense ; dans le tissu lacuneux les méats sont moins nombreux et plus réduits. L'épiderme supérieur de cette espèce est assez différent de celui du *Th. flavum* : ses cellules sont plus grosses, plus allongées tangentiellement et munies d'une forte cuticule. Le limbe du *Th. nigricans* semble avoir une structure intermédiaire. Vues de face, les cellules de l'épiderme inférieur sont moins ondulées dans le *Th. angustifolium* que dans le *Th. flavum* ; dans le *Th. nigricans* elles sont presque une fois plus petites et sensiblement polygonales.

Conclusion. — Les différences constantes que nous avons signalées dans la forme et l'importance des faisceaux libéro-ligneux, jointes à celles qui sont encore plus sensibles dans le pétiole et dans le limbe, semblent devoir être considérées comme caractéristiques des trois *Thalictrum* étudiés. L'anatomie, comme la morphologie externe, maintient donc une distinction très nette entre le *Th. flavum* L. et les *Th. angustifolium* Jacq. et *Th. nigricans* Jacq.

---

4. CHELIDONIUM MAJUS L. — CHELIDONIUM LACINIATUM Mill.

Le *Chelidonium* var. *laciniatum* (*Chelidonium laciniatum* Mill.), que nous allons étudier en même temps que le *Ch. majus*, a suscité de nombreuses polémiques, et pourtant la question

reste ouverte. « S'il est une plante critique, écrit M. E. Roze (1), dont le nom même est encore douteux et qui a été tour à tour élevée au rang d'espèce ou rabaissée à l'état de simple variété, c'est bien la plante que nous désignons sous le nom de *Chelidonium laciniatum* Mill. » Il ressort, en effet, de l'historique de cette plante, que, parmi les botanistes anté-linnéens, les uns la considéraient comme une simple variété, les autres comme une espèce véritable.

Il suffira de citer, parmi les auteurs récents qui ont fait des semis ou des observations importantes, M. Roze qui considère le *Ch. laciniatum* comme un type spécifique et M. Gillot (2) qui ne voit qu'une variété dans cette forme.

Je dois à l'obligeance de Mlle Belèze d'avoir pu étudier au microscope des échantillons de *Chelidonium majus* et de *Ch. laciniatum* Mill., récoltés aux environs de Montfort-l'Amaury, et, grâce aux graines qu'elle a bien voulu m'envoyer, j'ai fait à Fontainebleau des semis de ces deux Papavéracées, dans du sable, du calcaire, de l'argile et du terreau. La morphologie externe des germinations m'a fourni des remarques analogues à celles de M. E. Roze ; je ne répéterai pas ce qu'il en a dit. Je ferai dès maintenant l'étude anatomique des plantes adultes que j'ai reçues de Montfort-l'Amaury et, avant de passer à mes cultures de Fontainebleau, j'étudierai des pieds adultes de *Ch. majus* et *Ch. laciniatum* que M. Offner a bien voulu m'envoyer de Grenoble.

1° Tige. — Sur une section pratiquée dans un entre-nœud moyen de la tige adulte du *Ch. majus* de Montfort-l'Amaury, l'épiderme se compose de cellules allongées tangentiellement, sans cuticule et dont les parois externes et internes sont légèrement épaissies. Il porte quelques stomates et des poils assez longs, pluricellulaires, unisériés avec un massif basilaire de quelques cellules. Sous l'épiderme le tissu cortical ne comprend que deux assises à éléments chlorophylliens. La plus externe est intimement adhérente à l'épiderme, mais elle se détache de l'assise interne sur de larges surfaces. Toutes les deux sont complètement sclérifiées. Elles sont suivies de cinq assises de

(1) E. Roze, *Journal de Botanique*, 1895, p. 296.
(2) X. Gillot, *Journal de Botanique*, 1897, p. 349-353.

cellules plus grandes et plus fortement sclérifiées, car leurs parois sont au moins deux fois plus épaisses. Ces assises appartiennent à l'endoderme et au péricycle. La sclérification a également envahi les faisceaux libéro-ligneux. Ces derniers, au nombre de douze et de dimensions variables, sont répartis sur un seul cercle. Les rayons médullaires de la moelle, en partie détruite, sont parenchymateux. La partie extérieure du liber s'est différenciée en une gaine scléreuse d'une douzaine de fibres ; les tubes criblés constituent la majeure partie du liber secondaire. Le bois a une forme triangulaire ; à sa pointe il renferme un massif parenchymateux de trois ou quatre assises séparant les premières trachées du parenchyme médullaire.

Examinée au milieu d'un entre-nœud correspondant, la tige du *Chelidonium laciniatum* apparaît un peu moins différenciée. En effet, les assises corticales, qui sont sclérifiées dans le *Ch. majus*, ne sont pas différenciées ici, sauf en face des faisceaux libéro-ligneux ; et, de plus, l'épaisseur moyenne des parois des éléments sclérifiés est moindre. L'importance des massifs de fibres libériennes est sensiblement la même, mais les faisceaux libéro-ligneux sont tous moins gros que dans le *Ch. majus*. Je n'ai rien de particulier à signaler au sujet des laticifères : dans les deux cas ils sont localisés à la périphérie des faisceaux, dans le liber secondaire et dans les rayons médullaires. J'ai fait les mêmes observations sur des coupes pratiquées dans des régions plus rapprochées du sommet de la tige : seulement, dans les deux cas les deux assises du parenchyme cortical ne sont pas encore sclérifiées.

En étudiant des échantillons d'herbier de ces deux Papavéracées, j'ai trouvé que les différences touchant la sclérification de l'écorce et l'épaisseur des parois des fibres ne se maintenaient pas, qu'elles affectaient tantôt le *Ch. majus*, tantôt le *Ch. laciniatum* Mill. Elles s'expliquent par une adaptation immédiate ou par une simple différence de développement. Au contraire, j'ai remarqué que les faisceaux libéro-ligneux du *Ch. majus* étaient généralement plus gros que ceux de la variété, le bois plus étalé, le calibre des vaisseaux plus grand.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. La section du pétiole de *Ch. majus* à la base des dernières folioles inférieures a la forme d'un crois-

sant semicirculaire. Son épiderme est constitué par des cellules courtes, polygonales, à parois allongées tangentiellement. Il porte des stomates à fleur de l'épiderme dans les régions interfasciculaires, et des poils pluricellulaires, unisériés, ayant une seule cellule à leur base. Il existe un hypoderme sur toute la périphérie du pétiole; ses éléments rappellent de très près ceux de l'épiderme. Aux angles du pétiole, ce tissu est renforcé par trois assises d'éléments collenchymateux. Sur la face externe, au-dessus du faisceau médian, les cellules adossées à l'hypoderme forment également un îlot collenchymateux.

Le reste du pétiole est formé par un parenchyme conjonctif, à grandes cellules polygonales, au milieu duquel les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de cinq en cet endroit, sont isolés sur un seul arc.

Les faisceaux marginaux sont de petite taille; le faisceau médian est le plus gros, il est elliptique et les deux régions libérienne et ligneuse ont une importance à peu près égale.

Les éléments du liber primaire ont une section polygonale, leur diamètre diminue graduellement en allant de la périphérie à l'intérieur. Le liber secondaire est bien développé; il est formé d'éléments peu larges, également polygonaux, et il renferme de nombreux laticifères.

Le bois porte à sa partie ventrale une masse assez considérable de parenchyme dépourvu de vaisseaux. Les premières trachées sont écrasées ou plus ou moins détruites; des vaisseaux, entremêlés de nombreux éléments parenchymateux très étroits, forment le reste de la région ligneuse. Les vaisseaux sont plus ou moins régulièrement rangés en trois lignes tangentielles. Les derniers formés sont étroits, ceux qui les précèdent immédiatement ont un diamètre deux fois plus grand.

Le pétiole du *Ch. laciniatum* offre la même disposition. Seulement il semble à un stade de développement plus avancé; car le bois secondaire est complètement différencié, alors que dans le type les derniers vaisseaux formés ne sont pas encore lignifiés. De plus le liber des faisceaux marginaux est protégé par trois ou quatre assises de fibres libériennes, tandis que, dans le *Ch. majus*, ce tissu est simplement collenchymateux. Notons aussi que les faisceaux de la variété sont tous plus gros

que ceux du type; le nombre des faisceaux est au moins double, mais leur calibre est plus petit.

L'étude que j'ai faite sur différents pétioles des plantes d'herbier dont j'ai déjà parlé m'a prouvé qu'il ne faut pas considérer comme une différence spécifique la présence de fibres libériennes dans le pétiole du *Ch. laciniatum*. J'en ai trouvé où elles manquaient et, d'autre part, je les ai observées dans quelques échantillons du *Ch. majus*.

Dans un travail très important sur les Papavéracées, J. Léger (1), en traitant du *Ch. majus*, indique que le collenchyme du liber primaire peut quelquefois devenir scléreux, mais que cette transformation est rare. Ce qui n'est qu'une exception chez le type deviendrait-il pour la variété une loi presque générale? Il m'a manqué pour le vérifier un nombre suffisant d'exemplaires. Malgré cela, je crois pouvoir affirmer que le collenchyme est généralement plus développé dans le *Ch. laciniatum*; que les faisceaux libéro-ligneux sont plus importants et les vaisseaux du bois beaucoup plus nombreux.

2. *Limbe.* — L'épiderme de la face supérieure des folioles est formé de cellules allongées tangentiellement, aplaties extérieurement, tandis qu'elles sont fortement convexes vers l'intérieur. Les cellules de l'épiderme des nervures sont presque isodiamétriques. Sur la face inférieure, les cellules sont moitié moindres; leur calibre n'est pas constant, leurs parois externes sont moins allongées que sur la face supérieure.

Les stomates, très rares sur cette face supérieure, sont, au contraire, très nombreux sur la face inférieure; ils sont situés à fleur de l'épiderme où ils font légèrement saillie vers l'extérieur. Les deux faces portent de longs poils semblables à ceux du pétiole.

Le mésophylle est nettement bifacial avec un tissu palissadique d'une seule assise, à cellules peu hautes, adhérentes entre elles, et un parenchyme lacuneux de quatre ou cinq assises à éléments irréguliers laissant entre eux de nombreux méats.

La nervure la plus importante de la foliole que nous étudions proémine fortement sur la face inférieure. Elle est unifascicu-

(1) J. Léger, *Recherches sur l'appareil végétatif des Papavéracées* (Thèse, p. 122).

lée et formée, en dehors de l'appareil conducteur, d'un parenchyme à grandes cellules polygonales non différenciées, à l'exception des éléments de l'assise adossée à l'hypoderme qui possèdent des parois collenchymateuses.

Dans le limbe d'une foliole de *Ch. laciniatum* comparable à la précédente, les épidermes sont construits sur le même type que ceux du *Ch. majus*. Le mésophylle est encore plus nettement bifacial, car sur l'épiderme supérieur repose une assise de palissades très serrées les unes auprès des autres et atteignant le tiers de l'épaisseur du limbe, alors qu'elles sont très étroites dans le type. Le parenchyme lacuneux est un peu moins méatique.

La nervure médiane fait plus fortement saillie ; elle est aussi plus importante que celle du *Ch. majus*. Le bois est vaguement disposé sur quatre files tangentielles dont la dernière formée comprend une vingtaine de vaisseaux relativement petits, sauf trois ou quatre qui ont un diamètre trois fois plus grand.

Le liber est très développé ; il forme un massif double de celui du bois. L'épaississement des éléments du liber primaire est plus sensible et le parenchyme qui le sépare de l'hypoderme est lui-même plus collenchymateux.

Étudions maintenant le *Ch. majus* et le *Ch. laciniatum* de Grenoble. Les deux pieds étaient en fleurs ; j'ai étudié la tige à un centimètre environ au-dessous du nœud d'où partent les rameaux florifères.

1° Tige. — Dans aucun des deux échantillons, l'épiderme n'est muni de cuticule ; les deux assises corticales sont encore cellulosiques ; l'épaississement des parois externes et internes de l'hypoderme est plus intense dans la variété. De même, dans le cas où le péricycle forme des îlots de collenchyme en face de certains faisceaux libéro-ligneux, ce collenchyme est plus abondant dans le *Ch. laciniatum*.

Les faisceaux libéro-ligneux ont sensiblement la même forme, et dans l'un et l'autre cas les massifs libériens sont plus importants que les massifs ligneux. Le liber primaire est entièrement mou ; à peine a-t-il épaissi ses éléments. Le bois affecte toujours une forme triangulaire très nette, à pointe très aiguë ;

à la base on compte, sur les plus gros faisceaux, une dizaine de vaisseaux chez le type, 7 ou 8 seulement dans la variété où ils sont plus petits en même temps que leur lignification est un peu moins intense. Le parenchyme périmédullaire est également développé dans les deux tiges.

Les différences sont donc peu profondes. En résumé, la tige du *Ch. laciniatum* se distingue de la tige du *Ch. majus* par l'abondance plus grande du collenchyme, la grandeur moindre des faisceaux libéro-ligneux et le calibre plus petit des vaisseaux.

2° Feuille. — 1. *Pétiole.* — Dans le *Ch. majus* le tissu conducteur est représenté presque uniquement par un seul faisceau libéro-ligneux médian ; les deux faisceaux marginaux sont très petits; dans le *Ch. laciniatum* nous retrouvons quatre faisceaux d'importance à peu près égale. La différence dans le calibre des vaisseaux se maintient.

2. *Limbe.* — Pas de différence dans les épidermes. La hauteur des palissades est plus grande dans le *Ch. majus* et le tissu lacuneux est plus méatique.

Ainsi plusieurs différences qui existaient entre le type et la variété dans les premiers individus étudiés disparaissent, par exemple : la longueur des palissades et l'importance du faisceau de la nervure dans le *Ch. laciniatum*. Il reste au contraire comme caractères constants : dans le pétiole le calibre des vaisseaux, et dans le limbe l'épaisseur du mésophylle.

Cultures.

1° Tige. — Dans les échantillons étudiés les fleurs commençaient à s'ouvrir. J'ai fait des coupes transversales au même niveau que dans les pieds de *Chelidonium* de Grenoble, et j'ai retrouvé exactement la même différenciation générale des tissus. Je négligerai donc les détails; d'ailleurs, en dehors de la forme des cellules épidermiques et corticales très aplaties dans le *Ch. laciniatum*, je n'ai aucune différence nouvelle à signaler entre le type et la variété. Comme précédemment, les faisceaux libéro-ligneux sont un peu plus petits dans le *Ch. laciniatum*, mais la différence touchant le calibre des vaisseaux est moins sensible.

Du reste, sur des individus cultivés dans des terrains différents il m'a été impossible de noter les mêmes observations : souvent, en passant d'un terrain à l'autre, les différences étaient plus sensibles entre deux exemplaires de l'espèce linnéenne qu'entre le type et l'espèce affine.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. — Des coupes pratiquées à la base et au milieu du pétiole permettent de constater que, à ces deux niveaux, le *Ch. laciniatum* diffère du *Ch. majus* par ses faisceaux libéro-ligneux qui sont plus petits et dont les vaisseaux ont une ouverture plus étroite.

2. *Limbe*. — Les cellules épidermiques sont plus grandes en coupe transversale dans le limbe du *Ch. laciniatum*, et vues de face elles sont une fois plus larges et plus irrégulières que dans le *Ch. majus*. Le mésophylle est plus épais dans la variété ; au contraire, la nervure médiane y est moins importante, ses vaisseaux ont une lumière plus étroite.

Conclusion. — Si nous résumons les différences que nous avons relevées au cours de cette étude entre les différents individus de *Ch. majus* et de *Ch. laciniatum*, nous voyons qu'elles se réduisent à très peu de chose. Elles portent sur la forme et les dimensions des faisceaux libéro-ligneux, généralement plus gros et plus étalés dans le type que dans la variété, sur l'épaisseur du mésophylle plus considérable dans le *Ch. laciniatum* et sur la forme des cellules épidermiques plus grandes et plus sinueuses dans cette même variété. Ce sont là, il faut l'avouer, des différences d'autant plus délicates à saisir qu'elles sont peu accentuées. Aussi, il nous semble impossible d'admettre qu'elles puissent suffire pour faire du *Ch. laciniatum* Mill. une espèce différente du *Ch. majus* L.

5. GERANIUM ROBERTIANUM L. — GERANIUM PURPUREUM Vill.

Le *Geranium purpureum* Vill., que j'ai comparé au *Geranium Robertianum* L., en diffère, comme on le sait, par : fleurs plus petites, pétales une à deux fois plus longs que le calice, à limbe sensiblement atténué en onglet ; anthères jaunâtres, rarement presque orangées ; stigmates rouges ou roses.

J'ai d'abord étudié deux pieds adultes de ces deux plantes, récoltés à l'époque de leur fructification aux environs de Grenoble. De plus, des graines du *G. Robertianum* et du *G. purpureum* envoyées également de Grenoble ont été semées parallèlement dans différents terrains et m'ont donné des individus nombreux que j'ai pu comparer à plusieurs stades de leur développement.

Enfin, j'ai tenu à contrôler le résultat de mes recherches en étudiant de nombreux échantillons d'herbier.

Les deux échantillons de Grenoble, en dehors des caractères énoncés plus haut, différaient sensiblement par leur port général. Le *G. purpureum* était moins étalé et plus rigide que le *G. Robertianum*. Examinons leurs différences anatomiques.

I

Tige. — Dans le *G. Robertianum* (Pl. II, fig. 10), l'épiderme est formé de cellules dont les dimensions sont très variables ; les plus petites sont isodiamétriques ou allongées radialement, les plus grosses allongées tangentiellement. Elles sont revêtues d'une cuticule très mince, mais leurs parois sont très épaissies, leur lumen est presque réduit de moitié. Il y a quelques stomates enfoncés au-dessous du niveau de l'épiderme.

L'écorce, relativement mince, comprend quatre ou cinq assises dont les deux ou trois premières, très lacuneuses, sont constituées par de petites cellules arrondies, à parois minces.

Le reste du parenchyme cortical possède des éléments elliptiques beaucoup plus grands, surtout dans l'assise voisine de l'endoderme, où ils sont collenchymateux et où ils ont des dimensions environ six fois supérieures à celles des cellules des premières assises corticales.

Le péricycle forme un anneau fibreux de deux ou trois assises presque entièrement sclérifiées; en face de quelques faisceaux libéro-ligneux, il devient un massif épais de cinq ou six assises scléreuses.

Les faisceaux libéro-ligneux, au nombre de huit, sont de grosseur variable ; les plus petits sont adossés aux massifs fibreux péricycliques, tandis que les gros sont situés plus profondément dans le cylindre central.

Le liber forme un massif arrondi assez compact ; les éléments du liber primaire ont leurs parois un peu épaissies. Le bois est disposé sur trois files de vaisseaux largement ouverts et plongés dans un parenchyme ligneux mou. Les rayons médullaires ainsi que le parenchyme médullaire, en partie détruit, sont entièrement cellulosiques.

Dans la tige du *G. purpureum* (Pl. II, fig. 11), étudiée sur des coupes comparables à la précédente, j'ai retrouvé la même disposition générale des tissus avec quelques différences de détail. Les cellules épidermiques sont plus petites, plus régulières, généralement isodiamétriques ou plus allongées tangentiellement ; au contraire, les deux assises sous-épidermiques sont plus importantes et elles forment un tissu plus compact.

Mais c'est dans le péricycle que se trouvent les plus grandes différences. On y compte généralement une assise fibreuse de plus que dans la première tige; la sclérification des fibres est beaucoup plus intense. Il faut noter la même différence dans les massifs scléreux des faisceaux libéro-ligneux adossés au péricycle, tant pour le nombre des fibres que pour le degré de sclérification.

La disposition et la forme générale des faisceaux sont les mêmes que dans le *G. Robertianum*; toutefois, dans les gros faisceaux, le bois est généralement plus embrassant et plus étalé. Les vaisseaux sont plus nombreux, mais leur calibre moyen est

plus petit ; leurs parois sont d'un tiers plus épaisses et le parenchyme ligneux est en partie lignifié.

Aucune différence sensible à signaler dans la moelle ni dans les rayons médullaires.

D'autres coupes pratiquées à un niveau supérieur dans les endroits comparables de ces deux tiges m'ont fourni des résultats identiques.

En résumé, le *G. purpureum* diffère du *G. Robertianum* par son épiderme plus petit et plus aplati, par son anneau fibreux péricyclique plus épais et plus fortement sclérifié, par les vaisseaux du bois plus étroits et plus lignifiés. En tenant compte des différences que j'ai signalées dans la morphologie externe de ces deux pieds de *Geranium*, on voit que leur structure est en relation avec leur port général, et que les différences anatomiques qui distinguent le *G. purpureum* du *G. Robertianum*, c'est-à-dire l'importance de l'appareil de soutien et l'intensité de la lignification, sont des caractères qui conviennent aux tiges vigoureuses et dressées.

Aussi, dans le but de donner aux différences que je viens de relever une interprétation légitime, ai-je étudié de nombreux échantillons de ces deux espèces réalisant dans leur morphologie des différences aussi atténuées que possible. C'est ainsi que j'ai comparé tour à tour des pieds de *G. Robertianum* très élancés et d'autres au contraire plus rabougris avec des tiges de *G. purpureum* présentant les mêmes dispositions morphologiques. Les exemplaires que j'ai eus entre les mains provenaient tous des collections d'un herbier; grâce aux indications très précises sur la localité et l'époque de la récolte de ces plantes, j'ai pu éliminer les chances d'erreurs dues à l'influence du milieu en choisissant des échantillons de l'une et l'autre espèce qui avaient poussé dans la même localité et dans un sol semblable.

Je ne m'attarderai pas à donner le détail de l'anatomie de ces divers sujets : il me suffira d'indiquer le résultat de mes comparaisons.

A travers les modifications de structure d'ailleurs très légères, dues aux différences d'âge et de développement, j'ai toujours eu à noter les mêmes observations. Dans la tige du *G. purpu-*

reum, le sclérenchyme est plus abondant, surtout dans les massifs fibreux qui relient les faisceaux libéro-ligneux au péricycle; le bois est plus étalé et le calibre des vaisseaux généralement inférieur.

II. — Cultures.

J'ai étudié les cultures à deux stades différents du développement : d'abord au bout de deux mois, et alors les échantillons prélevés n'avaient que des racines et des feuilles; puis au commencement de l'année suivante, quelque temps avant la floraison, ce qui m'a permis de comparer les tiges du type et de l'espèce affine.

A. *Germinations.*

Les graines ont été semées parallèlement dans du sable, du calcaire, de l'argile et du terreau. Je dois faire observer que dans tous les cas les germinations de *G. Robertianum* étaient plus développées que celles de *G. purpureum*. Sous bénéfice de cette remarque, je comparerai très rapidement la racine et le pétiole des cultures faites dans le calcaire et le terreau; les germinations obtenues dans le sable et dans l'argile ne présentant aucune modification spéciale dans leur structure, je n'en dirai rien de plus.

1° Racine. — *Calcaire.* — L'hypoderme de la racine du *G. Robertianum* est complètement sclérifié, tandis que chez le *G. purpureum* cette même assise est encore cellulosique. Dans l'écorce pas de différence. L'ensemble du bois du *G. Robertianum* est plus important, les vaisseaux sont plus nombreux et plus largement ouverts.

Terreau. — Le diamètre de la racine du *G. Robertianum* est presque une fois plus grand que celui du *G. purpureum* et les cellules toutes plus larges. Mais dans ce dernier le bois est plus compact, les vaisseaux sont moins espacés que dans le type. Le degré de lignification est sensiblement le même.

2° Feuille. — *Calcaire.* — Les cellules épidermiques, allongées radialement dans le *G. Robertianum*, sont isodiamétriques dans le *G. purpureum*; les vaisseaux du bois sont plus étroits dans le premier que dans le second.

Terreau. — On trouve la même différence dans la forme des cellules de l'épiderme. L'assise sous-épidermique est beaucoup plus nette dans le *G. Robertianum* où elle a l'aspect d'un hypoderme. En raison de la différence des dimensions des deux pétioles, tous les tissus sont mieux représentés chez le type; en particulier, les faisceaux libéro-ligneux ont une largeur presque double; aussi le bois et le liber sont-ils plus abondants; le lumen des vaisseaux plus large.

Il semble donc qu'à ce stade du développement le *G. Robertianum* diffère du *G. purpureum* seulement par son développement plus considérable qui se traduit par une plus grande abondance des tissus.

B. *Plantes adultes.*

1° Tige. — J'ai fait les coupes dans le *G. Robertianum* et le *G. purpureum* au même niveau que dans les échantillons examinés au commencement de cette étude. J'ai donc trouvé dans la tige la même succession de tissus, mais avec des différences anatomiques tenant aux différences d'âge; car, tandis que les exemplaires envoyés de Grenoble portaient des fruits, ces individus provenant de semis n'étaient pas encore fleuris. Aussi leur différenciation est-elle peu avancée. C'est ainsi qu'il est difficile de distinguer deux zones dans l'écorce, car les éléments y ont tous sensiblement les mêmes dimensions. En outre, au lieu d'avoir un anneau fibreux péricyclique, ils ne possèdent au delà de l'endoderme que deux ou trois assises de très petites cellules ondulées, à membranes très minces et nullement sclérifiées. Enfin, dans les faisceaux libéro-ligneux une grande partie des vaisseaux ne sont pas encore lignifiés.

Ces indications générales étant données sur la structure des deux tiges de *Geranium* que j'ai étudiées, voici le résultat de mes comparaisons. Les cellules épidermiques du type sont allongées radialement, tandis qu'elles sont isodiamétriques dans l'espèce affine. Les trois dernières assises corticales du *G. purpureum* sont presque une fois plus grandes que celles du *G. Robertianum*; l'écorce interne est donc moins caractérisée

dans l'espèce type. Bien que les fibres péricycliques ne soient différenciées ni dans l'un ni dans l'autre cas, l'anneau péricyclique destiné à se sclérifier est plus épais dans la variété ; sur presque toute son étendue, il renferme une assise de plus que le *G. Robertianum*. Dans ce dernier, les faisceaux libéro-ligneux sont tous plus petits, bien que le diamètre de la tige soit plus grand. Mais ce qu'il faut noter surtout, c'est qu'ils sont plus allongés, que leurs massifs ligneux sont moins embrassants et plus aigus à leur pointe.

En résumé, chez les échantillons provenant des semis et ayant poussé les uns à côté des autres dans des conditions rigoureusement les mêmes, on retrouve entre le type et l'espèce affine les mêmes différences que chez les individus qui ont poussé spontanément en divers endroits.

2° Feuille. — 1. *Pétiole.* — J'ai retrouvé dans l'étude de cet organe, chez le *G. Robertianum* et le *G. purpureum*, les différences que j'ai déjà signalées, à propos de la tige, dans la forme des cellules épidermiques, le calibre des vaisseaux du bois et la forme générale des faisceaux libéro-ligneux.

2. *Limbe.* — Sur une section transversale, l'épiderme supérieur est constitué par des cellules assez grandes, isodiamétriques dans le *G. Robertianum* ; plus larges et généralement allongées tangentiellement dans le *G. purpureum*. L'épiderme inférieur possède des éléments plus petits dans les deux cas et allongés radialement en face des nervures chez le premier, tandis que dans le second ils sont isodiamétriques. Les différences que présente l'épiderme se maintiennent donc dans le limbe. De plus, vues de face, les cellules de l'épiderme inférieur sont beaucoup moins sinueuses et une fois moins allongées dans le *G. Robertianum* que dans le *G. purpureum*. Quant aux nervures, elles sont plus importantes et elles proéminent davantage dans le type. Au contraire, le tissu palissadique est mieux représenté dans l'espèce affine où il est constitué par une assise de palissades étroitement serrées les unes à côté des autres, et dont la hauteur atteint le tiers du mésophylle, alors que chez le *G. Robertianum* l'assise palissadique se distingue à peine des autres, tant les palissades y sont peu élevées. Le tissu lacuneux est également représenté dans l'un et l'autre cas ;

aussi l'épaisseur totale du limbe du *G. purpureum* est-elle plus grande que celle du *G. Robertianum*.

Conclusion. — Des comparaisons que j'ai établies entre le *G. Robertianum* et le *G. purpureum*, il ressort que la tige du second se distingue de la tige du premier par un ensemble de différences qui caractérisent les tiges dressées. De plus, les différences anatomiques qui existent dans la tige, et surtout dans la feuille, permettent de caractériser la sous-espèce par rapport au type. Le *G. purpureum* possède donc des caractères de structure pouvant servir à la classification.

---

6. HELIANTHEMUM APENNINUM DC. — HELIANTHEMUM VELUTINUM Jord.

Ces deux plantes sont rattachées à l'*Helianthemum polifolium* DC.

L'*H. apenninum* DC. a, d'après Rouy et Foucaud (1), les caractères suivants : Feuilles elliptiques-oblongues, ovales-lancéolées ou oblongues linéaires, planes ou à bords à peine roulés, verdâtres et subtomenteuses en dessus, tomenteuses en dessous ; sépales faiblement pulvérulents.

L'*H. velutinum* Jord., considéré comme une espèce par Jordan (*Observat. pl. critiques*, III, p. 34) et regardé comme tel par Boreau (*Fl. centre*, éd. 3, p. 71), est ainsi décrit par les auteurs précédents : Plante robuste, à grappes allongées, feuilles ordinairement grandes, oblongues-lancéolées ou linéaires-lancéolées, planes ou à bords à peine roulés, mollement velues et verdâtres ou blanchâtres en dessus, blanches-tomenteuses en dessous ; sépales nettement tomenteux ; corolle grande.

J'ai comparé des échantillons adultes de l'*H. apenninum* DC. et de l'*H. velutinum* Jord., et des semis de l'un et l'autre ont été faits dans différents terrains à Fontainebleau.

(1) G. Rouy et J. Foucaud, *Fl. de Fr.*, t. II, p. 300.

I

Tige. — Une section faite au-dessous de l'inflorescence montre que la tige d'*Helianthemum apenninum* (Pl. III, fig. 14) est protégée par un épiderme à cellules relativement très grosses et dont les parois externes et internes sont fortement épaissies. Cet épiderme porte des poils sclérifiés, une cuticule assez épaisse et quelques stomates insérés un peu au-dessous du niveau des autres cellules. Le calibre des cellules épidermiques est très variable ainsi que leur forme : les unes sont allongées radialement, les autres tangentiellement. L'assise sous-épidermique se compose d'éléments moindres, polygonaux ou arrondis. Les trois ou quatre assises sous-jacentes corticales sont beaucoup moins importantes; à elles quatre, elles sont à peine aussi larges que l'épiderme et l'assise sous-épidermique. Leurs cellules à membranes très minces sont très petites, irrégulièrement rondes ou elliptiques; elles laissent entre elles de nombreux méats. Une seconde région de l'écorce est constituée par deux ou trois assises d'éléments polygonaux beaucoup plus gros et collenchymateux.

Après l'endoderme vient le péricycle avec de nombreux paquets de fibres non encore sclérifiées au voisinage du liber. Le bois forme un anneau continu, renfermant surtout du bois secondaire; les cinq ou six assises de fibres qui font suite aux vaisseaux ont leurs parois très peu lignifiées, mais extrêmement épaisses; les rayons médullaires uni ou bi-sériés sont formés par des cellules allongées radialement et complètement lignifiées. Il ne reste plus du bois primaire que quelques trachées fortement comprimées dans le parenchyme ligneux entièrement mou. La moelle, en partie détruite, se compose de grands éléments cellulosiques de forme très irrégulière.

Une coupe comparable de la tige d'*Helianthemum velutinum* Jord. (Pl. III, fig. 15) permet de noter les différences suivantes. Les poils de l'épiderme sont plus nombreux et plus étoilés que dans la tige précédente. L'épaississement des parois des cellules épidermiques est moins intense; la différence de dimensions entre cet épiderme et l'assise sous-épidermique est moins

sensible. Dans sa première moitié, le parenchyme cortical est plus méatique que dans l'*H. apenninum*, mais ses dernières assises voisines de l'endoderme sont plus collenchymateuses. Les fibres péricycliques, relativement moins nombreuses, sont déjà en voie de sclérification. Le bois secondaire est presque entièrement constitué par des fibres d'ailleurs entièrement lignifiées; les vaisseaux y sont encore plus rares que dans la tige précédente; en revanche, le bois primaire est beaucoup mieux représenté : il forme un grand nombre de files distinctes de cinq ou six vaisseaux immergés dans un parenchyme ligneux très abondant.

II. — Cultures.

Dans les cultures que j'ai étudiées, j'ai fait les coupes de la tige au milieu du deuxième entre-nœud supérieur.

1° Tige. — La tige d'*H. apenninum* cultivé dans le calcaire est déjà protégée par une cuticule qui envahit presque le tiers de la paroi des cellules épidermiques. Les poils y sont assez rares. La couche sous-épidermique forme un véritable hypoderme; les cellules y sont une fois plus petites que dans l'épiderme, et leurs membranes sont moins épaisses. La première moitié de l'écorce renferme de petits éléments arrondis, à parois assez minces; la dernière assise est décollée en grande partie de la zone corticale interne. Celle-ci, épaisse de deux ou trois assises, est formée de cellules polygonales allongées tangentiellement et possédant des parois très collenchymateuses. On trouve dans le péricycle de nombreux paquets de fibres en partie sclérifiées. Le bois est distribué sur un anneau continu présentant quatre légers renflements qui correspondent aux quatre faisceaux libéro-ligneux primaires; les files radiales renferment sept ou huit vaisseaux. Le parenchyme médullaire a la paroi de ses cellules épaissie. Dans la tige d'*H. velutinum*, l'épiderme n'est pas muni de cuticule, il est revêtu d'un grand nombre de poils étoilés complètement lignifiés; l'assise sous-épidermique est plus petite que la correspondante de l'*H. apenninum*. On retrouve dans l'écorce la succession des mêmes tissus, mais le calibre des cellules de la première moitié est presque le double, et dans la seconde moitié les éléments sont moins allongés tangentielle-

ment et le collenchyme est loin d'être aussi abondant que dans l'écorce d'*H. apenninum*. L'endoderme est également moins aplati. Il n'y a pas trace de fibres dans le péricycle qui ne comprend guère qu'une assise ou deux. Au lieu d'être circulaire, l'anneau libéro-ligneux est elliptique ; il offre aussi quatre renflements plus accentués que dans l'autre tige, surtout les deux situés sur le petit axe ; aussi les quatre faisceaux libéro-ligneux primaires sont-ils mieux indiqués. Le bois primaire est plus abondant, ainsi que le parenchyme périmédullaire, mais la moelle est réduite.

Avec les échantillons cultivés dans le terreau, j'ai trouvé une différenciation un peu plus avancée dans l'un et l'autre cas. Mais j'ai noté entre l'*H. apenninum* et l'*H. velutinum* les mêmes différences.

L'*H. velutinum* se distingue du type par l'abondance des poils, la moindre épaisseur de la cuticule, les dimensions plus grandes des cellules du parenchyme cortical, la moindre abondance du collenchyme, l'absence de fibres, le plus grand développement du liber, la forme de l'anneau libéro-ligneux. La différence entre les dimensions respectives de la moelle est plus faible.

Les cultures faites dans le sable et dans l'argile m'ont donné des résultats identiques. Notons cependant que dans ce dernier cas je n'ai trouvé de fibres sclérifiées ni dans le type, ni dans l'espèce affine ; mais dans l'*H. apenninum* les parois des cellules destinées à se transformer en fibres étaient beaucoup plus épaisses que dans l'*H. velutinum*.

2° Feuille. — Examinons d'abord les cultures faites dans le calcaire. Le limbe d'*H. apenninum* est protégé par deux épidermes très différents. Les cellules de l'épiderme supérieur sont presque deux fois plus grandes et moins allongées tangentiellement que celles de l'épiderme inférieur ; elles ont aussi les membranes externes et internes beaucoup plus épaisses. Les deux faces du limbe portent des stomates qui, sur l'épiderme supérieur, sont enfoncés assez profondément jusqu'au milieu de l'assise épidermique, tandis que sur l'autre face, où ils sont plus nombreux, ils font saillie à l'extérieur. Des poils étoilés et sclérifiés recouvrent presque entièrement l'épiderme inférieur. Le

mésophylle est très riche en tissu palissadique. Les palissades, assez étroites, forment trois ou quatre rangées qui s'avancent au delà des deux tiers de l'épaisseur du limbe ; l'autre tiers est constitué par un tissu lâche à éléments plus ou moins irréguliers. La nervure médiane est plongée dans le mésophylle dont elle n'est séparée que par une ou plusieurs assises de grandes cellules polygonales.

Dans le limbe d'*H. velutinum* les poils de la face inférieure sont moins nombreux, la cuticule est à peine marquée et les stomates de la face supérieure sont moins enfoncés dans l'épiderme ; ils sont sensiblement au même niveau que les autres cellules. Les assises du tissu palissadique, seulement au nombre de trois, ont leurs cellules moins hautes et moins étroitement unies entre elles, et le tissu lacuneux est plus méatique. La nervure médiane est également immergée dans le mésophylle ; cependant le parenchyme qui l'en sépare est plus abondant sur les deux faces ; le bois est moins étalé et le liber est mieux représenté ; mais en revanche les fibres libériennes et le parenchyme périmédullaire sont moins épais.

Les mêmes différences se maintiennent dans les cultures faites dans l'argile, le sable et le terreau.

Conclusions. — L'*Helianthemum velutinum* Jord. diffère de l'*A. apenninum* DC. par deux caractères opposés entre eux au point de vue de l'adaptation. Les feuilles de l'*H. velutinum* sont, en effet, moins velues que celles de l'*H. apenninum*, tandis que c'est l'inverse qui se présente pour les tiges.

D'autre part, la réduction que l'on observe dans l'appareil de soutien chez l'*H. velutinum* se maintient dans les divers terrains de culture.

On peut donc conclure de ces faits que, malgré leur peu de différences apparentes, ces deux formes sont cependant réellement distinctes.

---

7. LATHYRUS LATIFOLIUS L. — LATHYRUS MONSPELIENSIS Delile.

Le *Lathyrus monspeliensis* Delile que j'ai étudié est la forme décrite sous le nom de *L. latifolius* β *angustifolius* par Grenier et Godron (*Fl. F.*, 1, p. 484), de *L. latifolius* variété *monspeliensis* par Burnat (*Fl. Alpes marit.*, 2, p. 202), de *L. heterophyllus* par Gouan (*Hort. Monsp.*, p. 370), et de *L. silvestris* α *ensifolius* par A.-P. de Candolle (*Prodr.*, 2, p. 369). Il se distingue du *Lathyrus latifolius* type par ses folioles plus ou moins allongées, lancéolées linéaires, ses stipules lancéolés, ses légumes longs (8-9 millimètres de long au lieu de 6-8) à faces convexes presque cylindriques.

J'ai semé parallèlement dans différents terrains des graines du type et de la variété. C'est sur les cultures que je commencerai l'anatomie comparée de ces deux plantes; j'y joindrai ensuite des observations faites sur des échantillons adultes envoyés de Bordeaux.

1° Tige. — Sur une coupe transversale la tige du *Lathyrus latifolius* a la forme d'une ellipse aplatie aux extrémités du grand axe. L'épiderme est constitué par de grosses cellules irrégulièrement circulaires ou elliptiques munies d'une cuticule et dont les parois externes et internes sont épaissies alors que les membranes radiales restent minces. Il porte quelques stomates. L'assise sous-épidermique et la suivante ont des éléments une fois plus petits que ceux de l'épiderme et des autres assises de l'écorce. A chaque extrémité des deux axes de l'ellipse, se trouve dans le parenchyme cortical un faisceau qui est libéro-ligneux et fibreux sur le grand axe, et simplement fibreux sur le petit. Le paquet de fibres dont se composent ces faisceaux comprend dans sa plus grande épaisseur quatre assises de cellules sclérifiées ayant encore un large lumen ; l'ensemble du faisceau fibreux a la forme d'un croissant : presque toutes les cellules de l'assise qui le bordent extérieurement renferment un cristal rhomboédrique. Les faisceaux libéro-ligneux corticaux sont protégés par des arcs fibreux ana-

logues à ceux que nous venons de décrire, à cette différence près qu'ils sont moins étendus. Le sclérenchyme est relié au liber par un tissu collenchymateux. Le faisceau libéro-ligneux a la forme d'un triangle isocèle,[1] renfermant à la base un liber assez abondant, et à la pointe une dizaine de vaisseaux de bois. Ces faisceaux sont plongés dans un parenchyme cortical à éléments très petits; le reste de l'écorce, à ce niveau, depuis la seconde couche sous-épidermique jusqu'à l'endoderme, est représenté par des cellules beaucoup plus grandes, polygonales, allongées tangentiellement et à parois minces. L'endoderme est formé d'éléments plus petits, plus ou moins rectangulaires et renfermant presque tous un cristal. Le cylindre central renferme six faisceaux libéro-ligneux disposés de façon que les plus importants sont groupés deux à deux dans le sens du grand axe de l'ellipse. Chacun de ces quatre faisceaux est protégé par une gaine de sclérenchyme. Les deux autres, moins importants, sont situés sur le petit axe ; ils sont séparés des précédents par des rayons médullaires ou par de petits faisceaux accessoires. Ils n'ont pas à proprement parler de gaine fibreuse, mais c'est en face de ces faisceaux que se trouvent dans l'écorce les deux faisceaux fibreux dont nous avons signalé la présence. Le sclérenchyme des quatre faisceaux plus importants n'est représenté que par une ou deux assises de fibres à parois fortement épaissies, mais peu sclérifiées. Une ou deux assises de cellules allongées tangentiellement séparent l'arc fibreux du liber sous-jacent. Celui-ci forme un massif compact de tubes criblés et de cellules libériennes. L'ensemble du bois affecte la forme d'un triangle équilatéral dont le sommet plonge dans un parenchyme ligneux, mou, peu abondant. Les vaisseaux du bois primaire sont peu nombreux; dans le bois secondaire les vaisseaux sont uniquement localisés sur les côtés du triangle où ils forment une ou deux rangées ; tout l'intérieur du faisceau est rempli par des cellules ligneuses. Les rayons médullaires commencent à se sclérifier; mais la moelle reste complètement cellulosique.

Dans la tige du *Lathyrus latifolius* var. *monspeliensis*, la cuticule est plus épaisse et les cellules épidermiques sont toutes plus petites que dans le type ; la même différence de calibre se

retrouve dans le parenchyme cortical dont les éléments polygonaux ne sont plus allongés tangentiellement comme dans le *Lathyrus latifolius*. Les faisceaux libéro-ligneux de l'écorce diffèrent de ceux du type, tant par le nombre des fibres que par le degré de différenciation. En effet, tandis que dans la tige précédente la gaine de sclérenchyme n'était constituée que par un arc de quatre ou cinq assises, nous avons ici un massif compact de fibres à parois extrêmement épaissies. La même remarque s'applique aux faisceaux fibreux de l'écorce et aux gaines péricycliques des faisceaux libéro-ligneux. Ces derniers sont disposés dans le cylindre central comme dans le type, les quatre plus importants étant groupés deux à deux suivant le grand axe ; mais, au lieu d'avoir une section triangulaire, le faisceau de bois est étalé et arrondi à son extrémité inférieure. D'ailleurs la structure des faisceaux libéro-ligneux diffère assez notablement de celle des faisceaux du *L. latifolius* par une plus grande abondance de tubes criblés et par le nombre et la disposition des vaisseaux du bois disséminés dans toute la masse du faisceau. Le parenchyme ligneux primaire est en partie sclérifié, ainsi que la moelle et les rayons médullaires.

Étudions maintenant la tige des cultures faites dans le calcaire. La coupe du *L. latifolius* présente la même disposition que la tige cultivée dans le sable, mais elle est à un stade de différenciation un peu plus avancé. La cuticule est mieux marquée et l'épaississement des parois externes et internes des cellules épidermiques plus considérable. Le calibre de tous les éléments est en général moindre que dans le premier échantillon et la différence entre l'épiderme et les deux assises sous-jacentes est moins sensible. Les éléments de l'écorce interne sont encore allongés tangentiellement. Dans les faisceaux libéro-ligneux corticaux, les fibres de la gaine externe sont presque complètement sclérifiées, et dans les deux faisceaux simplement fibreux la sclérification est plus parfaite. Au contraire, les gaines péricycliques se composent de fibres seulement en voie de sclérification.

Le cylindre central, au premier abord, semble très différent de celui que nous avons étudié dans cette même espèce. C'est que les deux faisceaux que nous avons appelés intermédiaires

et qui sont situés sur le petit axe ont pris un développement considérable, et des quatre autres, groupés suivant le grand axe, deux se sont développés normalement, tandis que les deux autres, très réduits, paraissent se confondre avec les précédents ; d'ailleurs, ils sont dépourvus de gaine fibreuse. Dans tous les cas, les faisceaux libéro-ligneux ont une section triangulaire très régulière, leur pointe très aiguë plonge dans le parenchyme ligneux mou. Les rayons médullaires sont complètement sclérifiés, ainsi que la moelle, d'ailleurs réduite à quelques cellules.

Une coupe comparable faite dans la tige du *L. latifolius* var. *monspeliensis* cultivé dans le même terrain montre que le degré de différenciation est absolument le même que dans le cas précédent. Les différences de structure intime sont assez légères dans l'épiderme et dans l'écorce ; elles portent uniquement sur la forme des éléments, en général plus réguliers et moins allongés dans la variété que dans le type ; toutefois il faut noter que les trois assises de l'écorce, situées entre l'épiderme et les deux faisceaux corticaux, sont plus collenchymateuses que dans le type.

Nous retrouvons ici la disposition normale des faisceaux libéro-ligneux. Bien que les faisceaux médians aient pris, comme dans le type, un grand développement, ils sont séparés des autres par sept ou neuf files de rayons médullaires au lieu de trois ou quatre, et les quatre faisceaux du grand axe, s'ils sont rapprochés, restent cependant nettement individualisés. Ils ont d'ailleurs sensiblement la même importance et ils sont protégés par une gaine fibreuse mieux différenciée que dans le *L. latifolius*. Comme dans les cultures faites dans le sable, les faisceaux libéro-ligneux de l'espèce affine se distinguent des faisceaux du type, tant par leur forme ovale plus ou moins arrondie que par l'abondance des tubes criblés et par le nombre et la disposition en files radiales des vaisseaux du bois qui sont dans le *L. latifolius* moins nombreux et distribués surtout à la périphérie du faisceau. Notons également que la moelle est beaucoup plus abondante ici.

Pour aller de la pointe d'un faisceau à l'extrémité inférieure du faisceau diamétralement opposé, il faut traverser sept ou

huit assises de tissu médullaire, tandis que dans le type les deux faisceaux correspondants ne sont séparés que par deux ou trois cellules. De plus, les éléments de la moelle, lignifiés dans les deux cas, sont presque une fois plus grands dans la variété ; de même les cellules des rayons médullaires sont plus larges et moins allongées que dans le type.

La structure de la tige du *L. latifolius* cultivé dans le terreau est analogue à celle de la tige de la même espèce cultivée dans le sable. Elle s'en distingue cependant par la plus grande régularité des cellules du parenchyme cortical qui ne sont plus allongées tangentiellement, par l'importance des faisceaux fibreux qui forment de véritables massifs et non plus de simples arcs. Les gaines scléreuses des faisceaux libéro-ligneux ne comprennent également qu'une ou deux assises de fibres peu sclérifiées. Ces faisceaux sont disposés dans le cylindre central, très régulièrement ; les quatre faisceaux groupés dans le sens du grand axe sont nettement individualisés. Les deux faisceaux de chaque groupe sont séparés l'un de l'autre par des rayons médullaires de trois à cinq rangées de cellules.

Au contraire, nous remarquons d'assez notables différences entre le *L.* var. *monspeliensis* du terreau et les échantillons de cette même variété cultivés dans un autre sol, étudiés plus haut. En effet, les éléments de l'épiderme sont allongés tangentiellement ; de même les cellules des assises moyennes de l'écorce. Un des faisceaux fibreux est complètement isolé dans l'écorce, une gaine scléreuse le sépare du cylindre central. Mais c'est dans le cylindre central que se trouve la plus grande différence. Parmi les faisceaux libéro-ligneux du grand axe, deux sont complètement réunis en un seul, alors que les deux autres qui leur sont opposés restent distincts. Comparée à la tige du *L. latifolius*, la variété s'en distingue par l'appareil de soutien dont les éléments sont plus nombreux et plus sclérifiés, par la plus grande abondance des tubes criblés, par le plus grand nombre et le plus large calibre des vaisseaux, enfin par la lignification de la moelle qui demeure cellulosique dans le type.

Si aux études comparatives que nous venons de faire nous joignons, sans en donner le détail, les résultats fournis par

l'anatomie des cultures faites dans l'argile, nous sommes amenés à rejeter comme différences sérieuses les différences tirées de la forme des cellules de l'épiderme et de l'écorce, ainsi que des rapports réciproques des faisceaux libéro-ligneux du cylindre central. Il reste, au contraire, cette conclusion que la tige du *L.* var. *monspeliensis* diffère de la tige du *L. latifolius* type par le plus grand développement de l'appareil de soutien, par l'abondance des tubes criblés, le nombre et les dimensions plus grandes des vaisseaux du bois.

2° Feuille. — 1. *Pétiole.* — Dans la feuille du *L. latifolius* le pétiole est entouré par un épiderme à éléments arrondis, fortement épaissis et revêtus d'une cuticule développée surtout à la face inférieure. Le parenchyme cortical renferme des cellules polygonales plus ou moins arrondies. Les trois assises de l'écorce situées entre l'épiderme et la nervure médiane sont collenchymateuses à la face dorsale du pétiole. Le système vasculaire est représenté par trois faisceaux libéro-ligneux, le médian étant quatre fois plus gros que les faisceaux latéraux. De plus, chacune des ailes du pétiole renferme à son extrémité un faisceau libéro-ligneux bien développé. Tous ces différents faisceaux sont munis d'une gaine de sclérenchyme ; celle du faisceau médian est formée de quatre assises de fibres. Le tissu médullaire est en partie lignifié.

Le pétiole du *L.* var. *monspeliensis* est plus aplati. Par sa structure anatomique, cette coupe diffère peu de la précédente. Pourtant les cellules de l'épiderme sont plus allongées tangentiellement ; la région corticale intermédiaire entre l'épiderme et les faisceaux libéro-ligneux est moins importante, elle ne renferme que trois assises au lieu de quatre et les cellules sont plus petites. Les tubes criblés du liber sont plus abondants, de même que les vaisseaux du bois ; ceux-ci forment des files radiales plus longues et plus distinctes que dans le type ; les premières trachées y sont plus comprimées ou complètement fermées.

2. *Limbe.* — L'étude du limbe nous montre que la feuille du *L. latifolius* est bifaciale. Les épidermes diffèrent peu, leurs éléments sont plus ou moins arrondis ; dans l'épiderme inférieur, ils sont plus grands et leurs parois externes sont plus épaisses ;

sur les deux faces les membranes radiales et internes restent minces. Le tissu palissadique n'est représenté que par une seule assise de cellules serrées les unes contre les autres et atteignant le tiers de la largeur du limbe. Au-dessous viennent cinq assises de cellules arrondies ou elliptiques formant un tissu assez compact. La nervure médiane est immergée dans le mésophylle ; du côté dorsal elle est protégée par une gaine fibreuse non sclérifiée, séparée de l'épiderme par trois assises de cellules polygonales collenchymateuses, du côté ventral par un arc de quatre assises comprenant chacune une quinzaine de fibres en voie de sclérification. Les vaisseaux sont disposés sur six files radiales ; leur lignification n'est pas complète.

Les différences que présente le limbe du *L.* var. *monspeliensis* sont peu importantes. Comme dans le pétiole les cellules des deux épidermes sont plus allongées tangentiellement que dans la forme type. Les palissades sont moins élevées, plus larges et moins étroitement serrées les unes contre les autres. En revanche, le reste du mésophylle est constitué par un tissu très régulier dont les éléments ont gardé leur forme polygonale et sont juxtaposés les uns à côté des autres. La nervure médiane est très réduite ; elle ne contient, au lieu de six ou de sept, que quatre files de vaisseaux dont le calibre est plus grand que celui des vaisseaux du limbe du type ; les tubes criblés du liber sont relativement plus nombreux. L'arc fibreux de la face ventrale se réduit à trois assises de cinq fibres dont la sclérification, ainsi que celle de la gaine dorsale, est beaucoup plus avancée.

La structure du pétiole pour les cultures faites dans le calcaire présente les mêmes caractères que ceux que nous venons d'étudier : le type diffère de la variété par la forme des cellules épidermiques, en général plus arrondies, par le plus grand développement de l'appareil de soutien et la disposition des vaisseaux du bois dont l'ensemble est plus étalé que dans la variété moins nombreuses et plus longues.

Les mêmes différences, mais très atténuées, se retrouvent dans le limbe ; notons toutefois que dans l'espèce et la variété les palissades sont semblables. Il en va de même chez les échantillons cultivés dans le terreau, pour ce qui est de la forme des faisceaux libéro-ligneux et de l'importance de l'appareil de sou-

tien ; mais les variations ont lieu en sens inverse dans la forme de l'épiderme et dans la hauteur des palissades. Il faut donc négliger ces différences si peu constantes et il reste seulement que le *L. monspeliensis* se distingue du *L. latifolius* par la réduction du sclérenchyme, la moindre importance et la forme plus allongée des faisceaux libéro-ligneux. Dans la tige, on se le rappelle, c'est le contraire qui a lieu, mais ces résultats contradictoires en apparence n'ont rien qui doive surprendre. La tige du *L. latifolius* var. *monspeliensis* étant plus élancée et plus vigoureuse que celle du type, il est naturel qu'elle soit pourvue d'un appareil de soutien plus puissant, et qu'elle soit plus riche en tissu vasculaire. Au contraire, la réduction de ces mêmes tissus dans le pétiole et le limbe s'accorde avec la morphologie externe de la feuille, puisque les folioles de la variété sont beaucoup plus étroites et lancéolées que celles du *L. latifolius*.

De semblables différences ne sauraient guère être considérées comme spécifiques. L'étude des cultures que j'ai faites montre qu'elles sont en relation étroite avec le port général des plantes examinées. C'est, d'ailleurs, la conclusion qui ressort de la comparaison de la structure de la tige adulte de ces deux plantes cultivées au Jardin botanique de Bordeaux, entre lesquelles il est impossible de signaler de différences notables.

Aussi l'on conçoit facilement que des différences de cet ordre puissent être tour à tour exagérées, atténuées ou même complètement masquées par une adaptation immédiate au milieu ou par de simples modifications dans le port général de l'espèce ou de la variété. Je n'ai pu confronter des échantillons de l'une et l'autre réalisant de grandes différences de morphologie externe ; mais j'ai obtenu des résultats non moins significatifs en étudiant deux individus de la même espèce, *L. latifolius*, récoltés l'un sur le bord d'un talus, non loin de la Seine à Champagne, l'autre dans le Jardin botanique du Laboratoire de Fontainebleau.

En effet, à quelque organe qu'on s'adresse on relève, entre ces deux individus de la même espèce, des différences plus accusées que toutes celles indiquées plus haut. Dans la tige du Jardin botanique, la paroi externe des cellules épidermiques,

très épaissie, est revêtue d'une forte cuticule; le parenchyme cortical se compose d'éléments polygonaux très réguliers. La gaine fibreuse du faisceau médian comprend 10 à 12 assises de fibres dont le lumen est presque nul. Le parenchyme interfasciculaire est complètement sclérifié, de même que la moelle et le parenchyme périmédullaire.

Dans l'échantillon de Champagne, l'épaississement de l'épiderme est moindre et la cuticule plus mince. Les cellules de l'écorce sont en partie arrondies. Au lieu de 10 à 12 assises de fibres, la gaine scléreuse n'en renferme que 8 ou 9 et les parois des fibres sont moins épaisses. Ce qui frappe surtout dans les faisceaux libéro-ligneux, c'est leur calibre beaucoup plus grand que dans l'autre tige et leur forme plus arrondie ; au contraire, le bois primaire est moins bien représenté, il ne renferme que des vaisseaux isolés, et non, comme dans le premier cas, disposés en files radiales. La sclérification de la moelle et du tissu périmédullaire est plus faible.

Les mêmes différences se retrouvent encore accentuées dans la structure du pétiole surtout à la face supérieure. En effet, chez le *L. latifolius* de Champagne (Pl. III, fig. 16), l'épiderme supérieur, dans sa partie moyenne, est immédiatement suivi d'un tissu sclérifié ; à gauche et à droite, il est séparé du sclérenchyme par deux ou trois assises de parenchyme mou, dont la première est formée de cellules allongées radialement, comme dans un tissu palissadique. Au contraire, bien que la sclérification soit beaucoup plus forte chez le pétiole de l'échantillon du Jardin botanique (Pl. III, fig. 17), en aucun de ses points l'épiderme supérieur n'est en contact avec le sclérenchyme. Au milieu de la face ventrale, sur une longueur de 4-6 cellules seulement, il n'est séparé du tissu scléreux que par 1 ou 2 assises parenchymateuses, mais sur tout le reste de son étendue il est en rapport avec un parenchyme fondamental comprenant 3 ou 4 assises de cellules dont la plus voisine de l'épiderme, loin d'offrir une tendance à s'allonger en palissade, comprend des éléments arrondis. Il faut signaler aussi la présence, dans le sclérenchyme de cette face supérieure, de quelques faisceaux libéro-ligneux qui n'existent pas dans le pétiole de l'autre *Lathyrus*.

Ce sont de profondes différences entre deux individus d'une même espèce. Il faut sans doute les attribuer, d'une manière générale, à l'influence du milieu. Quoi qu'il en soit, il nous suffira de constater qu'au point de vue de la structure anatomique le *L. latifolius* du Jardin botanique s'éloigne beaucoup plus de la même espèce des bords de la Seine que le *monspeliensis* ne s'éloigne du type *latifolius.*

Nous trouvons donc, dans ce dernier cas, une éclatante confirmation de la conclusion que nous avons déjà énoncée, à savoir que le *L. monspeliensis* Delile ne renferme pas de véritables caractères spécifiques permettant de le distinguer du *L. latifolius* type.

---

8. ATRIPLEX HORTENSIS L. et sa variété RUBRA.

J'ai comparé l'*Atriplex hortensis* L. type avec la forme décrite sous le nom de variété *rubra* et qui en diffère non seulement par la couleur des parties aériennes, mais aussi par la forme des feuilles.

Voici ce qu'en dit Crantz (*Institutiones rei herbariæ*, p. 205) : « *Atriplex foliis cordata triangularibus obtusiusculis dentatis ; racemis erectis compositis foliosis, caule brevioribus.* »

1° Tige. — La tige de l'*Atriplex hortensis* cultivé dans le sable de Fontainebleau a, en section transversale au milieu du deuxième entre-nœud supérieur, une forme irrégulièrement carrée. Les angles sont projetés à l'extérieur et constituent des saillies arrondies. De plus, dans l'intervalle de deux angles il existe un autre renflement moins accentué limité par deux sillons peu profonds. A cette saillie médiane correspond dans le cylindre central un faisceau libéro-ligneux. Des quatre faisceaux médians, deux, diamétralement opposés, sont les plus gros de toute la tige. Ils sont flanqués de part et d'autre d'un faisceau très petit. Dans les cornes de la tige on trouve quatre faisceaux libéro-ligneux ; à droite et à gauche sont deux autres faisceaux plus importants et situés bien plus profondément. Le centre de la tige est occupé par une moelle homogène.

Examinons la portion de la tige située au-dessus du niveau de la côte médiane. Les cellules épidermiques sont rectangulaires, allongées radialement ; tandis que leurs parois radiales ont extrêmement minces et ondulées, les parois externes et internes sont épaisses. Au-dessous, l'écorce comprend quatorze assises de cellules, collenchymateuses à l'exception de la dernière. Le parenchyme cortical des sillons ne se compose que de six couches d'éléments à parois très minces. Dans le péricycle on voit une assise génératrice continue. Sous cette assise, nous avons le faisceau libéro-ligneux. Le massif libérien est séparé du massif ligneux par une zone cambiale de trois ou quatre assises de cellules. Le bois se compose d'une vingtaine de vaisseaux à parois épaisses, mais peu lignifiés, et de quatre autres, situés sous l'assise cambiale, plus grands que les précédents et à parois encore minces et sans commencement de lignification. Dans le parenchyme de la pointe du faisceau sont disséminées quelques trachées très petites.

Dans la tige de l'*A. hortensis* var. *rubra* les sinuosités sont adoucies, aussi les plages de collenchyme y sont-elles moins larges ; elles comprennent neuf ou dix assises au lieu de treize ou quatorze, mais en revanche le collenchyme est plus abondant dans les angles des cellules. La disposition générale des faisceaux libéro-ligneux est la même que dans l'*A. hortensis*. (Signalons l'abondance des cristaux d'oxalate de chaux : chaque cellule de l'assise sus-endodermique en contient un.) Si nous étudions de plus près une région correspondante à celle que nous venons d'examiner dans la tige précédente, nous remarquons quelques autres différences. Au lieu d'être allongées radialement, les cellules épidermiques sont presque isodiamétriques ; leurs parois externes sont plus arrondies et plus épaisses. La zone génératrice péricyclique se compose déjà de quatre ou cinq assises, de sorte que la plupart des faisceaux sont situés plus profondément dans le cylindre central. La différenciation de cette tige a donc sur l'autre une légère avance. Les faisceaux libéro-ligneux sont plus grands : ils ont une forme plus allongée que ceux de la tige d'*A. hortensis*.

Pour les cultures faites dans le calcaire, la différenciation est un peu moins avancée ; aussi les coupes d'*A. hortensis* faites au

même endroit comparable du deuxième entre-nœud de la tige montrent-elles que le péricycle n'est pas encore cloisonné sur toute sa longueur et que l'assise génératrice péricyclique, au lieu d'être par sa face interne au contact du liber du faisceau médian, en est séparée par cinq à sept assises de cellules. De plus, les vaisseaux lignifiés sont moins nombreux que dans la même espèce cultivée dans le sable de Fontainebleau.

Mais ces différences sont encore plus frappantes entre les cultures de l'A. *hortensis* var. *rubra*. En effet, tous les échantillons sont beaucoup plus grêles, et tandis que, dans l'exemple précédent, les cloisonnements du péricycle ont donné quatre ou cinq assises, ici le fonctionnement de l'assise génératrice péricyclique est à peine marqué par quelques rares cloisons, et, au lieu de seize vaisseaux complètement lignifiés, on en compte à peine dix dans le faisceau médian.

Au contraire, les cultures faites dans l'argile sont beaucoup plus vigoureuses dans les deux cas, surtout les cultures de l'A. *hortensis* var. *rubra*. Le fonctionnement de l'assise génératrice péricyclique a déjà donné plusieurs faisceaux libéro-ligneux.

Dans le terreau, le développement est sensiblement le même chez le type et la variété, et en tout cas les différences sont très faibles. Elles se réduisent uniquement à l'aplatissement des cellules épidermiques, à la moindre abondance du collenchyme et à l'allongement des faisceaux libéro-ligneux dans l'A. *hortensis* var. *rubra*.

L'étude de la tige au milieu du troisième entre-nœud permet de constater que les différences signalées plus haut ne se retrouvent que plus ou moins atténuées.

Les comparaisons que j'ai établies vers le bas de la tige m'ont permis de constater que les faisceaux libéro-ligneux isolés dans le parenchyme médullaire étaient moins allongés dans l'A. *hortensis* que dans la variété. En raison de la différence de milieu, les arcs générateurs péricycliques n'ont pas fonctionné avec la même intensité ; mais dans la plupart des cas la disposition du bois en files radiales est mieux marquée dans l'A. *hortensis* var. *rubra* et le calibre des vaisseaux est moindre. L'écorce étant en partie exfoliée, il m'a été difficile de renouveler les observations faites dans ce tissu à un niveau supérieur.

En résumé, les différences entre les tiges de l'*A. hortensis* et de sa var. *rubra* portent sur la forme des cellules de l'épiderme, allongées radialement dans le type et tangentiellement dans la variété; sur la réduction du collenchyme et sur la forme plus allongée des faisceaux libéro-ligneux dans l'*Atriplex* var. *rubra*. Ce sont là des différences très faibles et dont l'observation est extrêmement délicate. D'ailleurs, elles sont plus ou moins atténuées d'un individu à l'autre; aussi, à notre avis, elles ne sauraient être regardées comme des différences spécifiques. Elles n'ajoutent aucun renseignement aux indications fournies par la morphologie externe et qui font de l'*A. rubra* une simple variété de l'*A. hortensis*.

Examinons maintenant la structure de la feuille dans le type et dans la variété.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. — Coupé à la base du limbe, le pétiole de l'*A. hortensis* présente une forme irrégulièrement rectangulaire; il porte sur chaque face deux sillons avec un renflement médian. Le cylindre central est fragmenté en trois groupes renfermant chacun quatre faisceaux libéro-ligneux disposés en forme de croix.

A ces massifs vasculaires sont opposées des colonnes de collenchyme sur les deux faces de l'écorce.

En ces régions du pétiole, les cellules épidermiques sont une fois plus petites que dans le reste de l'épiderme. Elles sont presque arrondies; elles ont épaissi leurs parois externes et internes. Les autres cellules épidermiques ont des membranes minces, quelques-unes se cloisonnent radialement. Au niveau de la nervure médiane, le collenchyme comprend 4 ou 5 assises de cellules à la face dorsale et une dizaine à la face ventrale. Sur cette dernière face les massifs de collenchyme ont une surface moindre. En outre, entre le massif du milieu et celui de la corne du pétiole, il existe un troisième massif plus petit. Ces différentes régions collenchymateuses sont réunies entre elles par un tissu parenchymateux à éléments arrondis et à parois très minces.

Après le collenchyme, nous trouvons, en allant vers le centre du pétiole, des cellules corticales polygonales très régulières. La deuxième assise avant l'endoderme est gorgée de cristaux.

Examinons la nervure médiane. Dans le péricycle nous trouvons trois ou quatre assises de cellules polygonales, collenchymateuses, qui coiffent le liber. Celui-ci, formé d'éléments beaucoup plus petits, a ses parois épaisses au contact du tissu collenchymateux qui l'entoure, tandis qu'au voisinage de l'assise génératrice il renferme des éléments plus larges et plus minces. Franchissons le cambium ; nous voyons deux ou trois gros vaisseaux non lignifiés plongés dans deux assises de cellules ligneuses non encore différenciées, puis la masse du bois renfermant une quinzaine de vaisseaux assez irrégulièrement répartis dans un tissu fortement lignifié. L'ensemble du faisceau libéro-ligneux présente une forme ovale allongée, arrondie à l'extrémité inférieure. Le parenchyme ligneux primaire est resté mou. Le faisceau que nous venons d'étudier est, dans la nervure médiane, le plus proche de la face dorsale ; les trois autres sont construits sur un même plan. Les deux autres nervures offrent la même disposition, mais elles sont plus petites; elles ne sont pas à égale distance de la nervure médiane : l'une n'est séparée de celle-ci que par 3 assises de cellules, tandis qu'entre l'autre et la nervure médiane on compte 8 assises.

La coupe du pétiole de l'*A. hortensis* var. *rubra* est moins allongée, l'un des sillons est à peine marqué, aussi la nervure latérale correspondante est-elle très rapprochée de la nervure médiane avec laquelle elle se confond presque.

Les différences anatomiques sont assez faibles. Il est à remarquer cependant que le collenchyme est moins abondant ; il n'existe que dans 2 assises à la face inférieure et dans 6 ou 7 à la face supérieure. Dans les faisceaux libéro-ligneux, les vaisseaux du bois sont relativement plus nombreux, et disposés assez régulièrement sur quatre files radiales. En dehors du liber, les cellules épaisses du péricycle sont aplaties, écrasées. Chez les pétioles des individus cultivés dans le calcaire la réduction de l'appareil de soutien est encore plus accusée ; en effet, sur l'une et l'autre face on ne trouve que 2 assises collenchymateuses, alors que dans le type il y en a 4 à la face dorsale et 8 à la face ventrale.

D'ailleurs la gaine qui protège le liber des faisceaux des nervures est moins épaisse que dans l'*A. hortensis*. Dans son en-

semble le bois est moins important, les vaisseaux sont plus petits. Comme dans les échantillons cultivés dans le sable de Fontainebleau, il y a une différence assez notable entre le type et la variété touchant l'épaisseur du pétiole. L'A. *hortensis* renferme toujours sur chaque face dans le parenchyme cortical 5 à 10 assises de plus que la variété. La comparaison des cultures faites dans l'argile et dans le terreau m'a fourni les mêmes remarques.

2. *Limbe.* — Le limbe de l'A. *hortensis*, cultivé dans le sable de Fontainebleau, présente deux épidermes construits sur le même type. Toutefois, les cellules de l'épiderme supérieur ont leur paroi externe complètement horizontale, tandis que les cellules de l'épiderme inférieur sont arrondies extérieurement. Dans les deux cas il n'y a pas de cuticule, les parois sont restées minces. L'épiderme supérieur porte quelques stomates, d'ailleurs assez difficiles à observer, car les cellules bordantes sont enfoncées au-dessous du niveau de l'épiderme; la chambre stomatique est spacieuse. Sur les cellules épidermiques s'appuie une première assise de palissades courtes, étroitement serrées les unes contre les autres. Viennent ensuite deux ou trois autres assises également palissadiques, non situées sur le prolongement des précédentes, mais dans l'angle qu'elles font en divergeant. L'ensemble de ces palissades forme la moitié du limbe. Le reste est constitué par un tissu à éléments polygonaux ou arrondis, plus ou moins étirés radialement, lâchement unis entre eux. Les stomates de l'épiderme, très nombreux, sont également situés au-dessous du niveau des cellules épidermiques.

La nervure médiane est entourée d'un parenchyme analogue à celui de la tige, présentant sur les deux faces plusieurs assises de collenchyme. A ce niveau, il y a une différence très nette entre les deux épidermes; les cellules de l'épiderme inférieur sont plus petites, elles ont une cuticule et leurs parois externes beaucoup plus épaisses. Le système vasculaire est représenté par quatre faisceaux libéro-ligneux, les trois plus gros ont le liber tourné vers la face dorsale, le plus petit vers la face ventrale. Chaque faisceau est la reproduction du faisceau du pétiole qu'il continue.

Le limbe de l'A. *hortensis rubra* possède la même struc-

ture générale. Il se distingue du type par le mésophylle dans lequel les palissades sont plus intimement unies entre elles, et le tissu lacuneux beaucoup plus dense. Il faudrait redire, au sujet de la nervure médiane, les différences que nous avons signalées dans le pétiole. Vues de face, les cellules de l'épiderme inférieur sont plus petites et plus régulières que dans l'*A. hortensis*. Ces quelques observations s'appliquent à toutes les cultures faites dans les terrains différents.

En résumé, l'étude de la feuille ne nous fournit aucune différence de structure capable de distinguer le type de la variété. Souvent même deux échantillons d'*A. hortensis*, récoltés en terrains différents, se ressemblent moins que deux individus appartenant au type et à la variété et récoltés sur le même terrain.

3° Racine. — J'ai fait l'étude comparée de la racine chez l'*A. hortensis* et l'*A.* var. *rubra*, en m'adressant successivement à des exemplaires provenant des semis faits dans les différents terrains dont j'ai parlé. Il m'a été impossible de déceler aucune différence constante entre le type et la variété. Tout au plus ai-je cru pouvoir noter que dans l'*A. hortensis* la spirale dessinée par les formations libéro-ligneuses secondaires était mieux marquée que dans l'*A.* var. *rubra*; et encore, dans plus d'un cas cette différence n'est guère apparente.

Conclusion. — L'étude que nous venons de faire des différents organes végétatifs de ces deux *Atriplex* nous autorise à admettre qu'ils ne présentent entre eux aucune différence spécifique; que, par conséquent, l'*Atriplex* var. *rubra* est une simple variété de l'*A. hortensis*, définie seulement par des caractères peu importants de morphologie externe.

9. PARIETARIA ERECTA M. K. — PARIETARIA DIFFUSA M. K.

Le *Parietaria officinalis* DC. a été divisé en plusieurs espèces et sous-espèces dont les principales sont : le *Parietaria erecta* M. K. et le *Parietaria diffusa* M. K. — La première de ces espèces diffère surtout de la seconde par ses tiges dressées, simples ou munies de quelques rameaux dressés, les bractées libres non soudées à la base, et le calice ne s'allongeant sensiblement qu'après la fécondation. La forme *fallax*, décrite par Grenier (1), est intermédiaire entre les deux espèces précédentes.

J'ai cultivé dans le même terrain, à Fontainebleau, des pieds de *P. erecta* et de *P. diffusa* venant tous deux du Jardin botanique de Bordeaux où ils étaient déjà cultivés dans un même terrain. D'autre part, j'ai semé parallèlement, dans des terrains différents, des graines de *P. erecta* et de *P. diffusa*, et j'en ai obtenu des pieds comparables qui ont été aussi examinés. Enfin, j'ai comparé aux échantillons précédents des exemplaires poussant à l'état naturel aux environs de Montfort-l'Amaury.

1° Tige. — Comparons d'abord des coupes transversales pratiquées au milieu du 10e entre-nœud chez les *P. diffusa* (Pl. I, fig. 5 et fig. 6) et *P. erecta* de Bordeaux, cultivés dans le même sol à Fontainebleau.

D'une manière générale, la tige du *P. erecta*, par rapport à celle du *diffusa*, présente les caractères différentiels suivants : l'épiderme a ses cellules un peu plus petites, plus cohérentes et à parois plus épaisses ; cette différence se retrouve un peu atténuée dans les assises sous-jacentes de l'écorce ; les fibres du péricycle, qui ne sont lignifiées ni dans l'un ni dans l'autre cas, ont une lumière moyenne deux fois moins grande et les parois d'un tiers plus épaisses.

Le liber secondaire forme des masses plus compactes opposées

(1) Grenier et Godron, *Flore de France*, p. 110.

aux pointes primaires des faisceaux lignifiés ; mais c'est surtout dans le bois que se trouve la plus grande différence. Les fibres ligneuses sont beaucoup plus nombreuses dans ces deux coupes comparables; on peut en compter jusqu'à 11 ou 12 assises dans la partie la moins épaisse entre les faisceaux, alors qu'il n'y a que 5 ou 6 assises au plus dans le *P. diffusa*. Les vaisseaux du bois secondaire peuvent être fréquemment séparés les uns des autres par 3 ou 4 assises de fibres, alors qu'ils ne sont séparés que par une ou deux de ces assises dans le *P. diffusa*. Enfin les vaisseaux secondaires qui sont les plus voisins du bois primaire, et qui font saillie dans la zone périmédullaire, ont une lumière moins grande dans le *P. erecta* que dans le *P. diffusa*.

On observe les mêmes différences, quelquefois moins accentuées, entre les tiges de *P. erecta* et de *P. diffusa* provenant de semis ; souvent même les fibres péricycliques du *P. diffusa* sont très peu différenciées.

Les coupes de tiges recueillies à l'état naturel offrent aussi les mêmes caractères différentiels généraux. Souvent même les coupes comparables présentent, chez le *P. diffusa*, des fibres du bois à parois beaucoup moins épaisses et à lignification tardive.

En somme, l'ensemble des caractères anatomiques de la tige chez ces deux formes semble correspondre aux différences que présentent les caractères de morphologie externe. En effet, la réduction de tous les éléments de soutien aussi bien comme nombre que comme différenciation de chaque élément, la plus grande ouverture des vaisseaux du bois sont des caractères généraux de tiges retombantes ou grimpantes par rapport aux tiges fermes et dressées.

2° Feuille. — 1. *Pétiole.* — Si on coupe le pétiole à son sommet, on y voit dans les deux cas les masses vasculaires réparties en trois groupes principaux. En général il n'y a ni dans l'une ni dans l'autre forme de fibres développées ; toutefois on trouve quelques fibres ligneuses mêlées aux vaisseaux du bois dans le *P. erecta*.

2. *Limbe.* — Dans ses nervures principales le limbe présente des différences moins accentuées.

En général, le liber de ces nervures est un peu plus compact dans le *P. erecta*, les parois des vaisseaux sont un peu plus épaisses et ils ont une lumière plus étroite. Le limbe est plus épais, et les cellules palissadiques sont plus longues, moins serrées dans le *P. diffusa* que dans le *P. erecta*. Enfin, si l'on compare deux à deux la surface de l'épiderme dans les deux formes, on voit que les cellules épidermiques ont les parois plus onduleuses et sont par suite plus engrenées les unes dans les autres dans le *P. diffusa*.

Nous voyons ainsi que la structure de la feuille ne donne que des différences peu accentuées qui correspondent à l'aspect généralement plus clair du feuillage du *P. erecta*, et entre lesquelles il se présente vraisemblablement tous les intermédiaires.

Conclusion. — En somme, ces deux plantes ayant été cultivées dans les terrains les plus divers, on voit que les caractères de structure qui les différencient se sont maintenus. Ces caractères, d'ailleurs en rapport avec ceux de la morphologie externe, peuvent donc être considérés comme spécifiques.

DEUXIÈME GROUPE

Espèces affines recueillies dans diverses stations.

---

10. PISTACIA TEREBINTHUS L. et ses variétés; PISTACIA LENTISCUS L. et ses variétés; PISTACIA SAPORTÆ Burnat.

C'est à la bienveillance de M. Alfred Reynier que je suis redevable d'avoir pu étudier ces divers Pistachiers. Avec un empressement que je ne saurais trop apprécier, il a mis à ma disposition des échantillons frais et des plantes d'herbier des espèces linnéennes et des variétés, et il m'a fourni les renseignements les plus utiles sur leur bibliographie et leur morphologie externe. Je le prie d'agréer l'expression de ma très vive gratitude.

Avant de décrire la structure de ces plantes, j'en donnerai une description sommaire, tirée en grande partie de la *Flore de France* de G. Rouy et Foucaud (1).

P. Terebinthus L.; *Terebinthus vulgaris* Cup. — « Arbuste de 3 à 5 mètres, rameux. *Feuilles caduques*, pétiolées, *à pétiole non ailé, imparipinnées*, à 3-5 paires de folioles coriaces, entières, glabres, grandes, ovales-oblongues ou elliptiques-lancéolées, obtuses et mucronulées ou subaiguës, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous. Fleurs en grappes composées, axillaires, formant un corymbe thyrsiforme ; pédicelles courts. Calice brunâtre, bordé de blanc. Drupe assez petite, ovoïde, subcomprimée, apiculée, d'abord rouge, puis brune à la maturité. »

P. Terebinthus var. *angustifolia* Lec. et Lam. — « Folioles

(1) *Flore de France*, t. IV, p. 176 et 177.

plus nombreuses, 11-13, plus étroites, lancéolées-oblongues, souvent subacuminées. »

« Hab. — Gard : vignes près de Saint-Ambroix (Lamotte); Hautes-Pyrénées : rochers d'Agos (Bordère). (Rouy et Foucaud, *Fl. de Fr.*, t. IV) »

« *P. Terebinthus* var. *heterophylla* DC. — Le Térébinthe type a ordinairement 7 folioles ; on n'en trouve que 5 et même 3 dans la variété *heterophylla*, qui a été confondue, par divers auteurs, tantôt avec le *P. vera*, tantôt avec le *P. reticulata*, mais qui appartient certainement au *P. Terebinthus*, et se trouve avec lui dans les garrigues du Languedoc et du Roussillon. » (De Candolle, *Flore française*, 6e vol., p. 584.)

P. Lentiscus L. ; *Lentiscus vulgaris* Cup. Hort. Cath. — « Arbuste de 1 à 3 mètres, rameux ; à odeur forte, désagréable. *Feuilles persistantes*, pétiolées, à *pétiole* fortement *ailé*, paripinnées, à 3-5 paires de folioles coriaces, entières, glabres, elliptiques, obtuses et mucronulées, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous. Fleurs en grappes spiciformes axillaires denses ; pédicelles et bractéoles très courts. Calice très petit, brun. Drupe petite, ovoïde-subglobuleuse, apiculée au sommet, presque sèche, d'abord rouge, puis noire à la maturité. » (Rouy et Foucaud, *Fl. de Fr.*, t. IV.)

P. Lentiscus var. *angustifolia* DC. ; *Lentiscus angustifolia*, *massiliensis* Hort. Reg. Par. 1615 ; *Pistacia massiliensis* Miller, Dict., n° 6. — « Se distingue du type par ses feuilles extrêmement étroites ; croît dans les lieux très arides, aux environs de Marseille (Tournefort). » (De Candolle, *Flore française*, 5e vol., p. 617.)

P. Lentiscus var. *latifolia* Coss. ; *P. Chia* Desf. in Nouv. Duham, p. 72. — « Arbuste atteignant 3 mètres ; folioles plus larges, ovales-elliptiques, longues (2 1/2-4 1/2 centimètres de long), arrondies ou parfois rétuses ou émarginées au sommet ; grappes florifères souvent presque composées ; drupes plus grosses. » (Rouy et Foucaud, *Fl. de Fr.*, t. IV.)

P. Lentisco-Terebinthus Saporta et Marion (*Ann. sc. nat.*, sér. 5, Bot., V. 14, ann. 1871, t. I, II, III) ; *P. Saportæ* Burnat ; *P. hybrida* Bornet ; *P. fagaroides* Willd. — « Diffère du *P. Terebinthus* par les pétioles plus ou moins ailés, surtout dans

leur partie supérieure, les feuilles longuement persistantes, parfois paripinnées, mais plus ordinairement imparipinnées à foliole impaire sensiblement plus petite que les latérales supérieures et celles-ci souvent plus petites elles-mêmes que les autres, les grappes de même composées et paniculées, mais moins développées et plus réduites. » (Rouy et Foucaud, *Flore de France*, t. IV.)

J'étudierai d'abord le *P. Terebinthus* type et les deux variétés *angustifolia* et *heterophylla*, puis le *P. Lentiscus* avec les deux variétés *angustifolia* et *latifolia*. Je terminerai par le *Pistacia Saportæ*.

Pistacia Terebinthus type.
— — var. *angustifolia* Lec. et Lam.
— — var. *heterophylla* DC.

1° Tige. — Dans le *P. Terebinthus* type, l'épiderme se compose d'éléments très petits, par rapport à la couche sous-jacente, dont chaque cellule est adossée à trois ou quatre cellules épidermiques. La cuticule est très développée, le lumen est presque réduit de moitié. L'assise sous-épidermique offre déjà des cloisonnements tangentiels, c'est le commencement de la formation du liège; en quelques endroits de la coupe, il s'est déjà constitué entre l'épiderme et l'assise génératrice une assise de liège. Vient ensuite le parenchyme cortical; dans les 4 ou 5 premières assises, les éléments ont une forme polygonale très régulière avec des parois fortement collenchymateuses, sauf dans quelques régions où l'on remarque une ébauche de lenticelles. Nous pouvons diviser le reste de l'écorce en deux parties; dans la première, qui touche les assises collenchymateuses que nous venons d'indiquer, les cellules sont plus petites, arrondies et à membranes moins épaisses; dans la seconde région, voisine de l'endoderme, les dimensions des cellules sont plus grandes, à mesure qu'on s'approche du cylindre central; elles deviennent elliptiques en s'accroissant.

Les cellules de l'endoderme sont un peu plus petites, sans ponctuations. Dans le cylindre central, nous trouvons les canaux sécréteurs exclusivement logés dans le liber. Ce dernier débute par un croissant de fibres au nombre de 5 ou 6 dans la plus

grande épaisseur. Dans la concavité de cet arc fibreux on voit un large canal sécréteur, bordé de petites cellules sécrétrices très nombreuses, rangées en 7 ou 8 files radiales autour du méat. Dans la cavité du canal, on aperçoit les lambeaux des cellules sécrétrices qui se détruisent. Les arcs fibreux protecteurs sont reliés sur plusieurs points par des cellules scléreuses. Dans le liber secondaire, on trouve de grosses cellules libériennes à parois cellulosiques épaisses.

L'assise génératrice, très active, a donné une dizaine de couches de bois secondaire. Les rayons médullaires unisériés sont composés de cellules allongées dans le sens du rayon. Le bois primaire comprend dans la plus grande longueur une file de 4 ou 5 vaisseaux séparés de quelques vaisseaux isolés dans une masse abondante de parenchyme ligneux resté mou et très régulier, sauf vers la pointe où deux assises sclérifiées font la transition avec la moelle dont les cellules polygonales sont complètement lignifiées.

Examinons maintenant la coupe comparable du *P. Terebinthus* var. *angustifolia*, en nous contentant de noter en quoi elle diffère du type.

L'épiderme et l'écorce ne méritent aucune observation spéciale, si ce n'est que l'assise sous-épidermique ne fait que commencer en de rares endroits à se diviser tangentiellement. Les arcs fibreux qui coiffent le liber et les canaux sécréteurs sont plus importants ; ils contiennent dans leur plus grande épaisseur 7 et 8 assises au lieu de 4 et 5 ; mais, en revanche, les fibres sont moins sclérifiées. Les vaisseaux du bois secondaire sont plus larges et les cellules ligneuses qui les accompagnent forment un tissu plus serré. Au contraire, les vaisseaux primaires, d'ailleurs plus nombreux, sont comprimés dans le sens du rayon, complètement aplatis à la pointe du faisceau. La moelle et le tissu périmédullaire sont moins lignifiés.

Chez le *P. Terebinthus* var. *heterophylla* la différenciation des tissus est moins avancée. La cuticule est mince, et sauf en un seul point l'assise sous-épidermique ne présente pas de cloisonnements. L'écorce est moins épaisse que dans le type ; au lieu de quinze assises, elle n'en renferme que dix ; les cellules qui la constituent sont plus irrégulières et moins collenchymateuses.

Les fibres des arcs péricycliques commencent seulement à se sclérifier. Plusieurs des canaux sécréteurs sont très étroits, quelques-uns même sont à peine indiqués. Les vaisseaux du bois secondaire, moins abondants que dans le type, sont plus largement ouverts; le bois secondaire semble aussi plus réduit. Quelques assises du parenchyme périmédullaire commencent à se lignifier, tandis que la moelle reste cellulosique.

En résumé, le *P. Terebinthus* var. *angustifolia* diffère du type par la plus grande épaisseur des arcs fibreux du liber (sept ou huit assises au lieu de quatre ou cinq), par le calibre des vaisseaux du bois secondaire plus larges que dans le type, et par l'écrasement des vaisseaux primaires.

Dans le *P. Terebinthus* var. *heterophylla*, les différences sont peu sensibles. Si l'on néglige celles qui tiennent au retard dans la différenciation des tissus, il reste l'épaisseur moindre du parenchyme cortical et la réduction du nombre des vaisseaux tant secondaires que primaires.

Ce ne sont là en réalité que des différences de degré qui peuvent disparaître ou se produire en sens inverse dans d'autres échantillons. J'ai eu entre les mains un nombre trop restreint d'exemplaires pour en faire la vérification.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. — Dans toutes les descriptions que nous allons faire, nous parlerons de coupes faites à l'extrémité supérieure du pétiole, un peu au-dessous des dernières folioles.

En section transversale, le pétiole du *P. Terebinthus* type (Pl. IV, fig. 21) a la forme d'un triangle isocèle aplati dont la base est légèrement convexe. L'épiderme supérieur possède des cellules arrondies, revêtues extérieurement d'une épaisse cuticule aussi large que le reste de la cellule, tandis que les parois internes et radiales sont restées minces. Dans l'épiderme inférieur, la cuticularisation est également très accentuée, la lumière des cellules est plus réduite encore par suite de l'épaississement des parois radiales. Entre cet épiderme et le sclérenchyme du péricycle se trouve un parenchyme dont les éléments à parois collenchymateuses sont relativement petits au contact de l'épiderme, mais ils augmentent de calibre en même temps que leurs parois s'amincissent dans la direction du

péricycle. A la face inférieure du pétiole, c'est la même disposition, mais, dans le parenchyme, on trouve quelques paquets de fibres isolés.

L'axe du pétiole est occupé par une masse libéro-ligneuse reproduisant en plus petit la section triangulaire du pétiole. Le tissu médullaire central est complètement lignifié ; les cellules qui le forment sont très régulièrement polygonales. Dans le liber, sur le dos et les flancs du pétiole se trouvent dix canaux sécréteurs dont les dimensions sont à peu de chose près équivalentes, excepté chez ceux qui sont situés aux angles de la base du triangle. Ces deux derniers sont plus petits, ainsi que cinq autres placés dans leur intervalle sur la base de ce même triangle fasciculaire.

Les canaux sécréteurs sont protégés extérieurement par des gaines de sclérenchyme formant des demi-étuis. Notons que les deuxième et troisième canaux, à partir du canal médian, ont une enveloppe fibreuse unique, par suite du fusionnement latéral des deux arcs primitifs. Si nous examinons le canal médian, nous remarquons que les parois des fibres sont très épaisses, surtout au contact du liber dans lequel nous retrouvons les grandes cellules libériennes déjà signalées dans la tige. En cet endroit le bois affecte la forme d'un triangle dont la pointe très aiguë est coiffée d'un capuchon de petites cellules très fortement lignifiées. Le parenchyme ligneux mou est très réduit, il renferme de rares vaisseaux primaires, à peine trois ou quatre. Une douzaine de larges vaisseaux de bois secondaire sont plongés dans un tissu compact de cellules ligneuses.

Le pétiole du *P. Terebinthus* var. *angustifolia* offre en section transversale la forme d'un triangle équilatéral très arrondi aux angles. Aux deux épidermes la cuticule est moins épaisse que dans le type. L'assise sous-épidermique inférieure s'est divisée tangentiellement en quelques points pour donner du liège. Les canaux sécréteurs ne sont qu'au nombre de douze ; comme dans le cas précédent, le canal médian de la face inférieure est égal ou même légèrement supérieur aux autres. L'ensemble des arcs fibreux protecteurs est plus important par le nombre des fibres (6 assises au lieu de 4 à la face inférieure et 10 au lieu de 8 à la face inférieure), mais la sclérification est plus faible :

dans le parenchyme de la face supérieure, les paquets de fibres sont plus nombreux et plus gros, bien que leur différenciation soit moins avancée.

En tenant compte du moindre degré de lignification des éléments, il n'y a pas de différences notables à signaler dans les faisceaux ni dans la moelle. Dans son ensemble le bois semble plus étalé, les files de vaisseaux sont plus distinctes ; le calibre des vaisseaux est sensiblement le même, seulement ils sont elliptiques au lieu d'être arrondis comme dans le type.

Avec le *P. Terebinthus* var. *heterophylla* nous trouvons une section assez régulièrement triangulaire : pour la différenciation cette espèce est entièrement comparable à la précédente. Le nombre des canaux sécréteurs s'est abaissé à cinq. La face supérieure du pétiole en est complètement dépourvue. Leur gaine de sclérenchyme est aussi épaisse que dans les deux espèces déjà étudiées ; mais le tissu fibreux péricycle de la face supérieure est réduit à 4 ou 5 assises au lieu de 8 ou 10.

Les faisceaux du bois sont plus arrondis à leur extrémité que dans le type ; le manchon de cellules lignifiées accolé au parenchyme ligneux est plus épais ; il fait davantage saillie dans la moelle également lignifiée dont la surface se trouve ainsi diminuée. Pas de différences à signaler dans les épidermes ni dans le parenchyme fondamental, si ce n'est que la distinction en deux zones est plus nette par suite de la différence plus marquée entre les tissus de ces régions quant aux dimensions des cellules et à l'épaississement de leurs membranes.

2. *Limbe.* — Dans le *P. Terebinthus* type (Pl. IV, fig. 24), la différence entre les deux épidermes est très nette. L'épiderme supérieur est constitué par des cellules allongées tangentiellement en section transversale ; une cuticule assez mince revêt les parois externes, d'ailleurs plus épaisses que les parois radiales et internes ; cette cuticule reste limitée à l'extérieur de la membrane qui demeure cellulosique dans ses parties situées au-dessous. Les cellules de l'épiderme inférieur sont presque une fois plus petites, de dimensions d'ailleurs assez inégales. Les stomates y sont distribués assez régulièrement au niveau de l'épiderme, avec des chambres respiratoires normales. Sur l'épiderme supérieur s'appuie une assise de palissades larges,

si l'on tient compte de leur longueur. Elles remplissent, avec l'épiderme, la moitié de l'épaisseur du limbe. Vers l'intérieur elles divergent quelque peu et se mettent en contact soit avec des palissades plus courtes, soit avec des cellules plus ou moins irrégulières. Le reste du mésophylle est ainsi constitué par des éléments arrondis ou elliptiques, s'anastomosant les uns avec les autres de manière à former un tissu lacuneux. La nervure médiane est très volumineuse, elle fait saillie sur les deux faces du limbe; c'est au voisinage de cette nervure que l'on voit très distinctement une seconde assise palissadique, moins élevée que la première. Le massif libérien est percé de trois canaux sécréteurs entourés de leurs manchons de sclérenchyme. Il faudrait répéter ici ce qui a été déjà décrit au sujet du pétiole; notons seulement que le tissu médullaire est lignifié.

Mentionnons maintenant rapidement les différences que nous observons dans les variétés. Le mésophylle du limbe du *P. Terebinthus* var. *angustifolia* ne renferme qu'une assise de palissades, mais les trois assises qui rattachent ce tissu à l'épiderme inférieur forment une masse plus homogène et plus compacte que dans le type. Les trois canaux médullaires ne sont pas encore protégés par du sclérenchyme; il est même impossible de deviner l'apparition des fibres. Cela tient sans doute à ce que la feuille de cette variété est à un moindre degré de développement; c'est ce qu'on peut conclure également de ce fait que le tissu médullaire est resté cellulosique.

La différenciation n'est pas plus complète dans la feuille du *P. Terebinthus* var. *heterophylla*. Rien de particulier à signaler dans les épidermes ni dans le mésophylle. La nervure médiane est beaucoup plus étalée, elle fait peu saillie à l'extérieur. Pas de gaine scléreuse autour des trois canaux situés chacun dans le liber d'un faisceau nettement individualisé.

Résumons les différences que nous avons relevées dans l'étude de la feuille entre le *P. Terebinthus* type et les deux variétés.

Le pétiole du *P. Terebinthus* var. *angustifolia* diffère du type par l'importance des arcs fibreux péricycliques (6 assises au lieu de 4), la disposition du bois plus étalé et le calibre des

vaisseaux plus large. Dans le limbe le tissu lacuneux du mésophylle est plus dense.

On le voit, ces différences sont les mêmes que celles que nous avons trouvées dans l'étude de la tige. Elles correspondent ici aux différences de morphologie externe. Dans cette variété, le pétiole porte 11-13 folioles au lieu de 7, il est tout naturel que son appareil de soutien soit plus développé.

Dans le *P. Terebinthus* var. *heterophylla* le nombre des canaux sécréteurs du pétiole est de 5 au lieu de 12-15 dans le type ; le tissu fibreux péricyclique de la face supérieure comprend seulement 4 ou 5 assises au lieu de 8 ou 10; le tissu médullaire est réduit.

La nervure médiane du limbe est plus étalée et les canaux sécréteurs ne sont pas encore protégés par des arcs fibreux.

De telles différences, surtout la diminution considérable du nombre des canaux sécréteurs, doivent être regardées comme des caractères franchement spécifiques qui permettent de distinguer cette forme du type.

Pistacia Lentiscus.
— — var. *angustifolia* DC.
— — var. *latifolia* Coss.

1° Tige. — La tige du *P. Lentiscus* reproduit dans ses grandes lignes l'organisation générale du *P. Terebinthus*. Je signalerai simplement les particularités qu'elle présente. La différenciation de tous les tissus y est très avancée. Une couche de liège revêt la tige presque sur toute son étendue. L'épiderme lui-même est subérifié ; le lumen de ses cellules est extrêmement réduit par suite du développement intense de la cuticule. L'écorce très fortement collenchymateuse ne renferme qu'une douzaine d'assises de cellules ; elle est donc moins épaisse que celle du Térébinthe. Au voisinage de l'endoderme, les cellules corticales sont moins allongées tangentiellement. La gaine fibreuse des canaux sécréteurs est formée par deux ou trois assises de fibres à parois très épaisses et complètement sclérifiées. Le lumen des canaux est le plus souvent elliptique ; plusieurs d'entre eux sont peu développés, ils n'ont qu'une ouverture très étroite. Bien que cette tige semble plus âgée que celle du Térébinthe, la

lignification est moins intense ; les rayons médullaires restent en partie cellulosiques, et dans les formations secondaires, d'ailleurs très abondantes, peu de vaisseaux sont complètement lignifiés. Le faisceau foliaire médian renferme des vaisseaux au moins deux fois plus petits que ceux des faisceaux qui le flanquent à droite et à gauche. Le parenchyme périmédullaire ainsi que la moelle, dont la surface est réduite, sont complètement sclérifiés.

Dans la tige du *P. Lentiscus* var. *angustifolia*, la cuticule, quoique plus épaisse que dans le Térébinthe, l'est moins que dans le Lentisque type ; le lumen des cellules épidermiques est réduit au tiers. L'assise sous-épidermique n'a pas encore fonctionné pour donner du liège. Pas de différence à signaler dans l'écorce. L'épaisseur des gaines fibreuses péricycliques est plus considérable, mais leur sclérification très faible. Cependant la différenciation du bois est plus avancée, si l'on en juge par la lignification complète du parenchyme ligneux et la rareté des vaisseaux primaires. Remarquons aussi que le massif de cellules seléreuses qui coiffe la pointe du bois est plus développé. Il affecte une forme triangulaire dont le sommet plonge profondément dans le tissu médullaire lignifié presque totalement.

Le *P. Lentiscus* var. *latifolia* diffère très peu de la première variété. La cuticule est moins épaisse et la lignification du parenchyme ligneux n'est pas complète.

En somme, on voit que les deux variétés de Lentisque ne diffèrent du type que par le degré plus ou moins variable de leur développement. Aussi j'estime que ces différences quantitatives de la tige n'ont pas plus de valeur dans la classification des Lentisques que je n'en ai attribué aux différences de même ordre chez les Térébinthes.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. — La face inférieure du pétiole du *P. Lentiscus* (Pl. IV, fig. 22) est arrondie, la face supérieure légèrement convexe et munie de deux ailes peu étendues. Les cellules épidermiques des deux faces ont leurs membranes externes beaucoup plus épaissies que celles du *P. Terebinthus* et sclérifiées. Elles sont plus grosses dans l'épiderme supérieur et leur cuticule y est plus épaisse. L'axe du pétiole est occupé par

une masse libéro-ligneuse qui ne laisse au centre que quelques cellules d'un tissu médullaire fortement lignifié.

On compte dans les massifs libériens cinq canaux sécréteurs. Les gaines de sclérenchyme qui les protègent sont loin d'être aussi importantes que celles du *P. Terebinthus ;* ainsi, à l'extrémité du diamètre antéro-postérieur du canal on trouve à peine deux couches de fibres, au lieu de quatre ou cinq dans le Térébinthe ; mais en revanche les parois des cellules sont plus épaisses. Les canaux sécréteurs et le sclérenchyme protecteur ne sont plus arrondis comme dans le Térébinthe, mais aplatis, elliptiques. Le bois secondaire est beaucoup plus abondant que dans le Térébinthe ; les vaisseaux sont petits et enserrés dans une masse très dense de tissu fortement lignifié. Cependant le parenchyme ligneux primaire reste cellulosique, tandis que les cellules qui sont au voisinage de la moelle sclérifiée ont ellesmêmes beaucoup épaissi leurs parois.

Le pétiole du *P. Lentiscus* var. *angustifolia* est muni de deux ailes plus larges que celles du pétiole du type. Quoique fortement épaissies, les membranes des épidermes ne sont pas sclérifiées. En plus des cinq canaux sécréteurs qui existent dans le *P. Lentiscus*, nous trouvons ici un sixième canal logé dans le liber secondaire de la face supérieure. La sclérification des arcs fibreux est considérable. Il y a même des fibres à l'intérieur du liber, de l'autre côté du canal, au voisinage du cambium, de sorte que, au moins pour le canal médian, au lieu d'un demi-étui fibreux, c'est un anneau presque complet qui entoure la glande. Le bois secondaire est également développé ; et, cette fois, il ne reste plus trace du parenchyme ligneux cellulosique. Tout est lignifié : le tissu périmédullaire et la moelle, d'ailleurs aussi réduite que dans le type.

Aux ailes du pétiole le parenchyme fondamental a différencié ses cellules en palissade ; la face inférieure supporte trois assises palissadiques et la face supérieure deux assises dont les cellules sont encore plus allongées ; entre les deux séries est un tissu plus lâche et à éléments plus arrondis.

Le pétiole du *P. Lentiscus* var. *latifolia* reproduit avec quelques variantes légères la structure précédente : même intensité dans la cuticularisation, même nombre de canaux sécréteurs.

même développement du bois et même réduction du tissu médullaire.

Notons comme différences : un léger retard dans la sclérification qui laisse persister une partie du parenchyme ligneux primaire et qui se traduit dans l'épaisseur moindre des fibres péricycliques, une plus grande homogénéité du parenchyme fondamental situé entre l'épiderme et le sclérenchyme péricyclique, et enfin la longueur plus faible des cellules palissadiques de la partie aplatie du pétiole.

2. *Limbe*. — La structure du limbe du *P. Lentiscus* (Pl. IV, fig. 25) s'écarte sensiblement de celle du *P. Terebinthus*. Comme dans la tige et dans le pétiole les épidermes sont sclérifiés. Au lieu d'être allongées tangentiellement comme dans le Térébinthe, les cellules de l'épiderme supérieur sont isodiamétriques. L'épaississement des membranes externes est considérable, il envahit la moitié de la cellule, tandis que les parois internes et radiales restent minces. J'y ai observé de rares stomates situés à fleur de l'épiderme et non profondément comme dans les feuilles de Lentisque étudiées par M. J. Briquet (1). L'épiderme inférieur possède des cellules un peu plus petites et dont les dimensions sont loin d'être constantes. Elles sont plus grandes et à parois externes beaucoup plus épaisses que les cellules correspondantes du *P. Terebinthus* : les stomates y sont également plus nombreux.

Mais c'est dans le mésophylle que se trouvent les plus grandes différences. Ce tissu a une épaisseur double de celle du *P. Terebinthus*, et il est entièrement constitué par du tissu palissadique. Sur les parois internes des cellules épidermiques s'appuie une assise de palissades très étroites, très hautes et serrées les unes contre les autres; vient ensuite une seconde assise de palissades moins hautes, suivies de trois ou quatre autres assises palissadiques moitié moindres que les précédentes et peu adhérentes entre elles.

Quant à la nervure médiane, elle est plongée dans le mésophylle ; seules les cellules qui la séparent des deux épidermes ont l'aspect normal d'un parenchyme fondamental d'ailleurs

(1) *Loc. cit.*

extrêmement collenchymateux. Dans son ensemble la nervure ne représente guère que la moitié de la nervure du *P. Terebinthus*. Elle est munie de deux canaux sécréteurs protégés par des arcs fibreux de trois ou quatre assises fortement sclérifiées. Il y a une dizaine de files de vaisseaux plongés dans un parenchyme mou ; le tissu médullaire est en partie sclérifié.

Dans le pétiole du *P. Lentiscus* var. *angustifolia*, les épidermes ne sont pas sclérifiés. Le mésophylle est moins nettement palissadique ; dans sa seconde moitié il renferme trois étages d'éléments plus irréguliers, moins étirés radialement et dont l'ensemble forme un tissu très lâche. Un seul canal sécréteur est creusé dans le liber ; il est protégé par un arc fibreux plus fortement sclérifié. Au lieu d'un tissu médullaire, on voit, à la pointe du bois primaire, un énorme paquet de fibres dont le lumen reste à peine visible. Bien que la nervure soit ici plus petite que dans le type, elle renferme plus de bois, les vaisseaux sont plus petits, plus serrés les uns contre les autres.

La même organisation se retrouve, avec quelques différences de détail, dans le limbe du *P. Lentiscus* var. *latifolia*. En effet, les parois des épidermes sont moins épaisses que dans les deux premiers Lentisques, mais beaucoup plus que dans le Térébinthe ; et les cellules de l'épiderme supérieur ont en général une tendance à s'allonger tangentiellement. Le mésophylle est plus épais, mais les deux assises de grandes palissades n'atteignent guère que la moitié du limbe, l'autre moitié est remplie par un tissu de palissades étroites ou d'éléments arrondis plus serrés les uns contre les autres que dans le cas précédent. Selon les régions observées, la nervure médiane renferme un ou trois canaux sécréteurs avec une gaine de sclérenchyme très faible, presque nulle sur le dos du canal, renforcée sur les flancs. Les fibres sont moins sclérifiées et le parenchyme primaire ligneux reste mou. Pourtant les quelques éléments qui représentent le tissu médullaire sont fortement lignifiés. La disposition du bois est la même que dans le *P. Lentiscus* var. *angustifolia*.

En résumé, les deux variétés diffèrent assez peu du Lentisque type. Nous retrouvons ici les différences quantitatives signalées dans la tige et dans le pétiole. La variation dans le nombre des

canaux sécréteurs du pétiole et du limbe et dans la structure du mésophylle semble constituer des caractères plus importants qui permettraient, à supposer qu'ils soient constants, de distinguer nettement le type des variétés.

P. Saportæ. — 1° Tige. — En dehors de légères différences, la tige du *P. Saportæ* est, parmi les tiges que nous avons comparées jusqu'ici, celle qui se rapproche le plus du *P. Terebinthus* type. L'épaisseur de la cuticule et les productions du liège sous-épidermiques sont aussi importantes. Les éléments de l'écorce externe sont également allongés tangentiellement. Dans les arcs fibreux des canaux sécréteurs, la sclérification est un peu moins avancée.

L'unique différence dans le cylindre central porte sur la forme du bois. Tandis que dans le *P. Terebinthus* le massif ligneux est plus ou moins arrondi à son extrémité inférieure, dans le *P. Saportæ* il se termine en pointe de manière à présenter dans son ensemble en section transversale l'aspect d'un triangle équilatéral aux angles légèrement arrondis. La moelle est moins lignifiée.

L'étude de la tige semble tout à fait insuffisante pour prouver l'hybridité du *P. Saportæ*. S'il fallait attribuer quelque importance aux différences qui séparent la tige de ce Pistachier du Térébinthe et du Lentisque, ce serait au Térébinthe qu'il faudrait le rattacher sans hésiter. Mais nous avons vu, en étudiant les diverses variétés de l'une et l'autre espèce linnéenne, combien ces différences étaient peu stables. Aussi serait-ce une témérité de vouloir retrouver dans la tige du *P. Lentiscus Terebinthus* les caractères différentiels du Térébinthe et du Lentisque.

2° Feuille. — 1. *Pétiole*. — Le triangle fasciculaire du pétiole du *P. Saportæ* (Pl. IV, fig. 23) renferme dans son liber secondaire six canaux sécréteurs ; sur la base du triangle, on remarque l'ébauche d'un septième canal, au point diamétralement opposé au canal médian.

Disons d'une manière générale que tous les tissus sont plus différenciés que dans les pétioles de Térébinthe que nous venons d'examiner. La cuticule des deux épidermes est plus épaisse, les cellules de l'épiderme supérieur sont presque toutes

plus allongées tangentiellement que celles de l'autre épiderme ; de plus, la cuticule de l'épiderme supérieur est plus forte, elle pénètre plus profondément entre les cellules sur les parois radiales. Dans les deux cas, la lumière des cellules épidermiques est réduite de plus de moitié.

La sclérification des anneaux fibreux péricycliques est aussi marquée que dans le Térébinthe type ; le nombre d'assises des manchons des canaux est moindre ; en revanche le massif scléreux qui protège l'unique canal rudimentaire de la face supérieure du pétiole est beaucoup plus important, il est formé de quinze assises de fibres (au lieu de huit dans le type) dans sa plus grande épaisseur. Le bois dans son ensemble est mieux développé, mais dans le bois secondaire les vaisseaux sont relativement peu nombreux, tandis que les cellules ligneuses forment un tissu très compact. Les faisceaux sont plus larges et plus arrondis, et le parenchyme médullaire, complètement sclérifié, plus réduit que dans *P. Terebinthus* type. Notons enfin que les ailes du pétiole renferment chacune un rudiment de faisceau libéro-ligneux; en cet endroit les cellules du parenchyme sont allongées radialement et serrées les unes contre les autres comme dans un tissu palissadique.

2. *Limbe.* — La nervure est assez saillante et elle rappelle celle du Térébinthe, bien qu'elle soit plus petite. Mais la différenciation est en général plus avancée. Les fibres du sclérenchyme ont leurs parois plus épaisses; le bois secondaire est plus abondant et la moelle complètement sclérifiée. Le *P. Saportæ* s'éloigne encore davantage du *P. Terebinthus* par la structure du limbe (Pl. IV, fig. 26) : les épidermes sont beaucoup plus cuticularisés; dans l'épiderme supérieur surtout, l'épaississement des parois externes réduit de plus de moitié la lumière des cellules ; la différence de calibre entre les éléments des deux épidermes est aussi marquée que dans le Térébinthe type. Le tissu palissadique est mieux représenté : à une première assise de très hautes palissades en succède une seconde dont les cellules n'ont guère que la moitié des précédentes ; cet ensemble forme plus des deux tiers du mésophylle. Les trois ou quatre autres assises sont constituées par des éléments également allongés radialement, et laissant entre eux moins de méats que

les assises correspondantes du *P. Terebinthus* type ; même, en certaines régions, elles ont l'aspect d'un véritable tissu palissadique, différant seulement du premier par ce que les palissades sont plus étroites et moins serrées les unes contre les autres.

Avant de comparer la feuille du *P. Saportæ* avec la feuille du Térébinthe et celle du Lentisque, rappelons les différences de structure de cet organe dans les deux espèces linnéennes.

Le *P. Lentiscus* diffère du *P. Terebinthus* par l'intensité de la cuticularisation, l'épaississement des parois externes et internes des cellules épidermiques, par le nombre des canaux sécréteurs (6 au lieu de 12-15 dans le Térébinthe), la moindre épaisseur des arcs de sclérenchyme (2 assises au lieu de 4 ou 5), l'ensemble du bois plus dense, la réduction du tissu médullaire et l'allongement en palissades des cellules du parenchyme fondamental aux ailes du pétiole dans le Lentisque. — Dans le limbe, mêmes différences relatives à la cuticule et aux épidermes (avec cette autre différence que les dimensions des cellules ne sont pas les mêmes dans les deux épidermes du Lentisque) ; le mésophylle est beaucoup plus riche en tissu palissadique que celui du Térébinthe ; la nervure médiane, égale à peine au tiers de la feuille de Térébinthe, plonge dans le mésophylle et renferme une plus grande proportion d'éléments fibreux.

Par l'épaisseur de la cuticule, le nombre et la gaine scléreuse des canaux sécréteurs, l'aspect du bois et la réduction de la moelle, le pétiole de *P. Saportæ* reproduit assez exactement la structure du pétiole du Lentisque. Il se rapproche davantage du Térébinthe par l'importance de la nervure du limbe ; mais il en diffère de nouveau par la cuticularisation des épidermes et l'abondance du tissu palissadique.

Faut-il en conclure que l'hybridité du *P. Saportæ* se trouve ainsi démontrée? — Pour cela il serait nécessaire de savoir quelle valeur exacte donner aux caractères spécifiques différentiels du Térébinthe et du Lentisque. Rien ne prouve qu'ils ne possèdent pas une certaine plasticité. Et d'ailleurs, pour ne nous en tenir qu'au nombre des canaux sécréteurs du pétiole et à la structure du mésophylle, n'avons-nous pas rencontré dans le *P. Terebinthus* var. *heterophylla* cinq canaux seulement

comme dans les Lentisques, et n'avons-nous pas noté des différences dans le mésophylle entre le *P. Lentiscus* type et les variétés? Sans doute, quand on compare le *P. Terebinthus* type et le *P. Lentiscus* type, les différences dans la feuille sont très nettes, mais elles s'atténuent beaucoup quand on passe des types aux variétés.

---

11. GALEOPSIS TETRAHIT L. — GALEOPSIS VERLOTI Jord.

J'ai étudié comparativement plusieurs exemplaires de *Galeopsis Tetrahit* L. et de *G. Verloti* Jord., récoltés aux environs de Grenoble. N'ayant pu me procurer des graines de l'espèce jordanienne, j'ai semé seulement des graines de l'espèce linnéenne. Les individus ainsi produits m'ont permis de constater dans quelles limites l'influence du terrain pouvait se manifester sur la structure du *G. Tetrahit*; j'ai dû tenir compte de ces résultats expérimentaux dans mes comparaisons avec le *G. Verloti*. Je me suis servi également d'échantillons spontanés de *G. Tetrahit*, récoltés aux environs de Fontainebleau.

Parmi les exemplaires de cette même espèce linnéenne, quelques-uns présentaient des fleurs blanches, les autres des fleurs rouges : j'en ai profité pour voir si à ces différences de coloration des fleurs correspondaient des différences de structure.

1° Tige. — Dans le *Galeopsis Tetrahit* à fleurs rouges, de Grenoble, la section faite au milieu de l'entre-nœud situé entre les deux derniers verticilles inférieurs a une forme carrée; les parties angulaires, presque toutes arrondies, font légèrement saillie à l'extérieur. Ces régions de la tige sont très fortement collenchymateuses, l'écorce y est plus développée qu'ailleurs, et la partie du cylindre central qui correspond à chacune d'elles renferme un volumineux faisceau libéro-ligneux. Les faisceaux sont donc au nombre de quatre; ils sont reliés entre eux par des arcs interfasciculaires portant de petits faisceaux accessoires. Le reste est occupé par une moelle homogène.

Les cellules épidermiques sont, en section transversale, allon-

gées radialement ; leurs parois externes et internes sont arrondies. La membrane externe épaissie porte une cuticule striée, à plis parallèles à l'axe de la tige, et quelques poils sétacés à coussinets volumineux. L'assise sous-épidermique est formée de cellules analogues aux précédentes, mais plus petites et presque carrées ou arrondies ; sur tout le pourtour de la tige elle est très régulière et revêt les caractères d'un hypoderme.

Le collenchyme des angles comprend, dans sa plus grande épaisseur, sept assises de cellules (y compris l'hypoderme) ; les épaississements des angles des cellules laissent dans chaque élément un grand lumen polygonal. Le parenchyme cortical se compose d'éléments arrondis, à membranes très minces, lâchement disposés de façon à laisser entre eux de nombreuses lacunes aérifères. Dans l'échantillon que nous observons, c'est non pas au-dessous des colonnes de collenchyme, ainsi que l'indique J. Briquet (1), mais dans la partie de l'écorce située entre les angles de la tige, que les lacunes sont le plus abondantes et le plus développées.

Les cellules de l'écorce augmentent de calibre dans la direction de l'endoderme. Ce dernier se compose de cellules assez grandes, mais de calibre varié, carrées ou allongées tangentiellement. Leurs parois sont très minces, les radiales portent des ponctuations caractéristiques. Dans la région correspondant aux angles, nous trouvons, adossées à l'endoderme, une zone péricyclique dont les cellules sont plus grandes et ont des parois plus épaisses, et une zone libérienne caractérisée par des cellules libériennes et des tubes criblés munis de leurs cellules annexes.

Après avoir traversé le cambium on trouve les vaisseaux les plus jeunes du bois secondaire encore peu lignifiés. Ils forment des rangées de deux files, séparées par des rayons médullaires unisériés ou bisériés. Ce sont des vaisseaux ponctués, de forme carrée ou polygonale ; à leur suite on trouve une file de gros vaisseaux allongés ou arrondis, terminée par une trachée initiale plus petite, fortement aplatie entre les cellules du parenchyme. L'ensemble du faisceau libéro-ligneux affecte,

(1) *Monographie du genre Galeopsis* (F. Hayez, rue de Louvain, 112, Bruxelles).

en section transversale, la forme d'un croissant dont l'épaisseur varie peu des cornes au milieu. La concavité du croissant est remplie par un parenchyme ligneux tendre, à éléments polygonaux, limité intérieurement par la moelle. Les faisceaux libéroligneux des arcs interfasciculaires sont très petits; le bois comprend trois files de vaisseaux, dont la plus longue, celle du milieu, renferme deux vaisseaux primaires et deux assises de vaisseaux de bois secondaire rangés deux à deux. La forme générale du faisceau est triangulaire, la pointe plonge dans un parenchyme ligneux, mou, constitué par une première assise d'éléments très petits et une seconde assise de cellules beaucoup plus grandes et faisant une transition avec la moelle qu'elles limitent. Celle-ci se compose de grands éléments polygonaux ou arrondis, à membranes minces. Les faisceaux sont reliés par deux assises, l'une sous-endodermique, à éléments polygonaux, l'autre à cellules plus ou moins allongées radialement et en voie de sclérification.

J'ai retrouvé la même organisation dans le *Galeopsis* à fleurs blanches. La morphologie externe indique que cette tige est un peu plus développée que celle du *Galeopsis* à fleurs rouges, aussi les différences anatomiques portent-elles seulement sur le degré de différenciation des tissus; ainsi le suber est plus abondant sur les parois radiales des cellules endodermiques; le bois secondaire est plus développé; on compte, des vaisseaux primaires à l'assise cambiale, cinq assises de bois secondaire au lieu de deux seulement dans le premier *Galeopsis* étudié; de plus, les premières trachées sont complètement écrasées entre les éléments du parenchyme ligneux primaire; l'assise péricyclique qui relie les faisceaux est complètement sclérifiée ainsi que l'assise sous-jacente et les 4 ou 5 assises de la moelle. En dehors de ces différences, notons que les angles de la tige sont encore moins saillants que dans l'autre échantillon et que le collenchyme est en partie écrasé. Les lacunes du parenchyme cortical sont plus nombreuses; elles sont d'ailleurs particulièrement développées en dehors des parties angulaires.

La tige du *Galeopsis Tetrahit* récolté à Fontainebleau est beaucoup plus vigoureuse; ses rameaux sont aussi importants

que les tiges précédentes; ils diffèrent peu, d'ailleurs, de la tige qui les porte.

La coupe est presque rectangulaire, ses angles sont peu saillants. Les cellules de l'épidermique sont plus petites que dans les deux premiers exemples que nous avons pris; l'épiderme ne diffère nullement, quant au calibre des éléments, de l'assise sous-épidermique. Le collenchyme des angles est écrasé. Le parenchyme cortical est aussi méatique et ses cellules sont très irrégulières ; au contact de l'endoderme elles sont, en plusieurs régions, très larges et plus ou moins allongées tangentiellement. L'ensemble des faisceaux libéro-ligneux est plus important; en outre, tous les éléments du bois sont complètement lignifiés.

Les premières trachées sont écrasées, mais chaque file radiale du bois comprend encore quatre vaisseaux primaires arrondis, suivis de sept ou huit assises de vaisseaux ou de cellules ligneuses du bois secondaire.

Dans une région, l'endoderme s'est divisé tangentiellement pour donner une demi-douzaine d'assises de cellules dont les plus externes sont subérifiées : c'est la première apparition du liège, il est donc d'origine endodermique. Le péricycle interfasciculaire a également divisé tangentiellement ses cellules fortement sclérifiées. La moelle, en partie déchirée, a ses assises voisines des vaisseaux en voie de lignification.

Par son port général, la tige du *G. Verloti* rappelle la précédente ; le développement des rameaux est considérable, les entre-nœuds sont relativement moins longs que dans les deux premiers *Galeopsis*, le rouge et le blanc. Les cellules de l'épiderme sont beaucoup plus grandes que dans le *G. Tetrahit* de Fontainebleau, un peu plus que dans les deux premiers échantillons; en quelques endroits elles se sont divisées radialement; l'assise sous-épidermique a des éléments presque trois fois plus petits.

Les assises du collenchyme des angles sont très distinctes; les méats de l'écorce sont localisés comme précédemment. Les faisceaux libéro-ligneux angulaires sont un peu moins importants, alors que les faisceaux des arcs interfasciculaires sont mieux développés. Ils ont, d'ailleurs, la même organisation ;

le péricycle interfasciculaire n'est ni divisé tangentiellement, ni sclérifié.

On voit donc que les différences anatomiques sont plus grandes entre le *G. Tetrahit* de Fontainebleau et les individus de la même espèce récoltés aux environs de Grenoble, qu'entre le *G. Verloti* et l'un quelconque de ces échantillons de *G. Tetrahit.* C'est dire que l'espèce créée par Jordan ne renferme pas de caractères anatomiques différentiels permettant de la distinguer du type. J'ai étudié d'autres exemplaires du *G. Verloti* et du *G. Tetrahit* sans pouvoir déceler entre eux de différences constantes. D'ailleurs, l'étude des pieds de *G. Tetrahit* provenant des semis faits à Fontainebleau m'a révélé, entre les individus récoltés sur des terrains différents, des différences de structure beaucoup plus sensibles que celles que j'ai pu observer en comparant entre eux les divers échantillons des espèces affines.

2° Feuille. — Commençons par l'étude du pétiole dans le *Galeopsis Tetrahit* rouge de Grenoble.

Sur une coupe pratiquée à la base du limbe, le pétiole présente un épiderme doublé d'un hypoderme. Les cellules de l'épiderme inférieur, plus ou moins arrondies, sont plus petites que celles de l'épiderme supérieur. Elles portent une cuticule et ont leurs parois externes et internes fortement collenchymateuses; les parois radiales ne sont épaisses qu'aux angles.

L'assise corticale hypodermique est plus grande, mais elle renferme moins de collenchyme que la précédente.

L'épiderme supérieur porte de nombreux poils; ses cellules ont leurs membranes moins épaisses, elles sont plus allongées radialement et elles diffèrent peu par leur calibre des cellules de l'hypoderme.

L'écorce forme un tissu assez lâche; les éléments qui la composent augmentent de diamètre en allant de l'hypoderme dans la direction du péricycle. Sur la face dorsale, les méats sont moins nombreux que sur les flancs et dans les cornes du pétiole. Au-dessous des faisceaux médians, la région corticale compte six assises d'un parenchyme plus régulier.

Dans les cornes l'hypoderme est doublé intérieurement de

quelques cellules collenchymateuses; tout le parenchyme jusqu'à la limite du faisceau de la corne est constitué par des éléments assez petits lâchement unis entre eux.

Le système vasculaire est représenté par quatre faisceaux, deux médians et deux latéraux situés dans les cornes. Les faisceaux médians, de section légèrement réniforme, sont inclinés l'un vers l'autre et séparés par sept ou huit assises de tissu conjonctif. Leur disposition générale est la même que dans la tige : chacun d'eux comprend une dizaine de files de cinq ou six vaisseaux.

Les massifs libériens sont relativement peu épais; ils n'occupent guère que l'étendue d'une couche de cellules de dimensions moyennes.

Entre ce liber et l'assise limite se trouve une gaine de parenchyme composée de cellules polygonales et collenchymateuses dans leurs angles.

Le pétiole du *G. Tetrahit* blanc ne se distingue du précédent que par la moindre longueur des cornes, la rareté relative des lacunes dans le parenchyme cortical et le plus grand développement du bois des faisceaux moyens qui contiennent quinze ou seize files radiales de vaisseaux au lieu de dix. Dans le *G. Tetrahit* de Fontainebleau, les cornes sont plus longues et plus effilées à leur extrémité; à côté de leurs deux faisceaux normaux, elles en renferment deux autres rudimentaires. Ajoutons que le collenchyme des épidermes et de l'hypoderme ainsi que du péricycle est plus abondant. Les faisceaux médians sont encore plus importants que dans le *Galeopsis* blanc, ils sont constitués par un ensemble d'une vingtaine de files radiales de vaisseaux dont les premiers sont fortement comprimés entre les cellules du parenchyme ligneux mou. Le parenchyme cortical est assez lâche surtout sur les flancs; les cellules de l'écorce de la face dorsale sont très larges, leur calibre est au moins triple de celui de l'épiderme.

Ce qui frappe avant tout quand on examine une coupe du pétiole du *G. Verloti*, c'est le développement considérable des lacunes du parenchyme cortical. Ce sont de véritables canaux aérifères. Le pétiole a une forme de croissant; dans les cornes, d'un hypoderme à l'autre s'anastomosent des trabécules uni-

sériées de cellules ajustées bout à bout et formant de larges mailles.

A la face dorsale, les lacunes sont moins abondantes, mais dans tous les cas, en cette région comme sur les flancs du pétiole les éléments du parenchyme cortical sont beaucoup plus petits que dans le tissu correspondant des pétioles que nous venons d'examiner.

Notons aussi que la différence de calibre entre les cellules épidermiques et les cellules de l'hypoderme est moins grande. Le bois des faisceaux médians est moins abondant, on ne compte que 3 ou 4 vaisseaux dans chaque file radiale au lieu de 5 ou 6, nombre minimum dans les pétioles des différents *G. Tetrahit*.

Mais l'étude d'autres échantillons m'a prouvé que ces différences étaient loin d'être constantes, et qu'en particulier les lacunes du parenchyme du pétiole de *G. Verloti* étaient plus ou moins abondantes selon les individus.

L'étude du limbe dans ces divers individus ne donne aucune différence constante dans la structure des *G. Tetrahit* et du *G. Verloti*.

Aussi je n'en ferai pas la description : il me suffira de noter ce résultat négatif.

Conclusion. — Il résulte de l'examen détaillé que nous venons de faire de la tige et de la feuille des *G. Tetrahit* L. et *G. Verloti* Jord., qu'il n'existe entre ces deux espèces affines aucun caractère anatomique spécifique. De plus, l'étude des mêmes organes végétatifs chez le *G. Tetrahit* à fleurs rouges et la même espèce linnéenne à fleurs blanches montre que la différence de coloration des fleurs ne se traduit par aucune différence anatomique constante.

---

12. VIOLA HIRTA L. — VIOLA REICHENBACHIANA Jord. — VIOLA RIVINIANA Jord., etc.

J'ai reçu d'une même localité de la Gironde un certain nombre de variétés de Violettes, dont voici les noms : 1° *Viola hirta* type, et deux autres formes, l'une à fleurs lilas, l'autre, plus cespiteuse, plus robuste que le type et à fleurs différentes ; — 2° *Viola Reichenbachiana* Jord., et une variété qui semble intermédiaire entre *V. Reichenbachiana* et *V. Riviniana*, et dont les fleurs sont constamment plus grandes que dans le type ; — 3° *Viola Riviniana* Reich. ; — 4° *Viola odorata* L., à fleurs lilas et à fleurs blanches ; — 5° *Viola virescens* Jord., à éperon crochu et à éperon droit ; — 6° *Viola permixta* Jord. ; — 7° *Viola scotophylla* Jord.

J'ai comparé successivement les types avec leurs variétés respectives sans pouvoir déceler entre eux aucune différence anatomique. C'est aussi ce que j'ai constaté sur des individus de ces mêmes variétés que j'ai reçus de la Gironde et que j'ai cultivés dans différents terrains à Fontainebleau.

---

13. CALAMINTHA NEPETA Link. et Hoffm. — CALAMINTHA NEPETOIDES Jord.

Avant de faire l'étude anatomique de ces deux espèces, il ne sera pas inutile d'en donner la description aussi complète que possible.

C. Nepeta Link. et Hoffm. fl. port. p. 141 ; *Melissa Nepeta* L., sp. 828 ; *Thymus Nepeta* Sm., brit. 642, etc. — Cymes axillaires denses, unilatérales, pédonculées, *dépassant la feuille florale.* Calice dressé sur le pédicelle, même à la maturité, à tube cylindrique, renflé à la base à sa maturité, muni à la gorge de poils *exsertes*, à dents très brièvement ciliées, dont les trois

supérieures très courtes, lancéolées, aiguës, un peu ascendantes, et les deux inférieures plus longues, ovales, brusquement et longuement acuminées, subulées, porrigées. Corolle petite, d'un bleu clair, une fois plus longue que le calice, à tube *droit*, élargi insensiblement de la base au sommet, à lobe moyen de la lèvre inférieure large, *tronqué*. Akènes bruns, *ovoïdes* ! Feuilles toujours petites, d'une consistance un peu ferme, plus ou moins munies de petits poils courbés-appliqués, d'un vert grisâtre, toutes pétiolées, *ovales-rhomboïdales*, obtuses, *crénelées*. Tiges florifères couchées à la base, puis dressées, fermes, flexueuses, très rameuses; rameaux très étalés à la base, ascendants. Souche courte, oblique, presque ligneuse, émettant des tiges non florifères courtes et étalées. Plante de 4-6 décimètres, mollement pubescente, à odeur forte et un peu fétide; fleurs petites (1).

C. Nepetoides Jord. (A. Jordan, Observations sur plusieurs plantes nouvelles, rares ou critiques de la France, 4e fragment. Nov. 1846, p. 15-18). — Cymes axillaires très lâches et très ouvertes, unilatérales, longuement pédonculées, *dépassant la feuille florale*. Calice à la fin un peu oblique sur le pédicelle, à tube cylindrique oblong, renflé au-dessus de la base à maturité, muni à la gorge de poils exsertes, à dents très brièvement ciliées.

Cette forme se distingue des *C. officinalis* et *ascendens* par les cils courts qui bordent les dents inférieures du calice. Elle s'éloigne du *C. Nepeta* par ses cymes lâches, étalées et non très serrées, à pédoncules bien plus longs; par le tube de la corolle subitement renflé vers le haut; par les feuilles dentées en scie et non crénelées; par la souche traçante (2).

1° Tige. — Sur une section faite au-dessous des derniers pédoncules floraux inférieurs, le *C. Nepeta* a la forme générale quadrangulaire des Labiées. Les angles arrondis sont peu proéminents. L'épiderme porte des poils pluricellulaires; ses parois épaisses sont revêtues extérieurement d'une cuticule très légère. L'écorce est formée par six ou sept assises de cellules arrondies à membranes minces et assez lâchement unies entre

(1) Grenier et Godron, *Fl. de Fr.*, t. II, p. 664.
(2) Id., *Ibid.*, t. II, p. 665.

elles; dans chaque angle de la tige on trouve un massif de collenchyme en contact intime avec l'épiderme et comprenant sept ou huit assises d'éléments également arrondis. Après ce collenchyme reparaît le parenchyme cortical avec des éléments dont les dimensions augmentent à mesure qu'on s'approche du cylindre central. L'endoderme se reconnaît facilement à ses membranes radiales subérifiées. Il est formé de grandes cellules polygonales allongées tangentiellement.

Les faisceaux libéro-ligneux au nombre de quatre sont situés en face des angles de la tige ; ils comprennent chacun une dizaine de files de vaisseaux primaires ; les premières trachées sont écrasées dans le parenchyme resté mou. Le bois secondaire forme un tissu très dense, particulièrement riche en fibres.

Les rayons médullaires ainsi que la moelle et le parenchyme périmédullaire sont entièrement lignifiés ; dans l'intervalle de ces faisceaux libéro-ligneux principaux on trouve d'autres faisceaux beaucoup moins développés.

La disposition générale des divers tissus de la tige de *C. Nepetoides* Jord. est la même que dans l'espèce type ; les différences de détail cependant sont assez nettes. La cuticule est plus épaisse et, au lieu d'être lisse, elle est striée parallèlement à l'axe de la tige, surtout au niveau des angles. D'une manière générale le parenchyme cortical est moins lâche et les parois du collenchyme sont une fois plus épaisses. Sous l'endoderme, tout à fait comparable au précédent, le péricycle a différencié en fibres plusieurs de ses éléments en face des quatre faisceaux libéro-ligneux. Ces derniers sont plus importants que dans le *C. Nepeta* ; ils renferment quinze files de vaisseaux primaires au lieu de dix ; d'ailleurs le bois secondaire est encore plus abondant et la lignification plus intense, la lumière des fibres est entièrement réduite. Tous les autres tissus : rayons médullaires, parenchyme périmédullaire et moelle, sont également plus lignifiés.

J'ai comparé d'autres échantillons du *C. Nepeta* et de *C. Nepetoides* récoltés en divers endroits et j'ai retrouvé des différences analogues, mais plus ou moins atténuées ; quelquefois même elles disparaissent complètement ou se produisent

en sens contraire. La tige de l'espèce-affine se distingue donc de la tige du type par un ensemble de caractères qui semblent en relation étroite avec l'adaptation au milieu.

2° Feuille. — Le limbe du *C. Nepeta* porte sur ses deux faces de longs poils pluricellulaires, et de plus, principalement sur l'épiderme supérieur, un très grand nombre de poils unicellulaires, très courts et coniques. Dans le *Nepetoides* ces derniers n'existent pas. Ajoutons cette autre différence que les palissades y sont plus hautes et plus serrées les unes contre les autres que dans le type ; au voisinage de la nervure médiane, on trouve même deux assises très nettes de palissades. Dans son ensemble le mésophylle est plus dense dans cette espèce ; mais dans d'autres exemplaires j'ai vu les mêmes différences se produire en sens inverse.

Conclusion. — Les différences que nous avons rencontrées dans la structure du *C. Nepeta* et du *C. Nepetoides* sont trop variables et montrent un rapport trop étroit avec le milieu pour qu'elles puissent permettre de faire du *C. Nepetoides* Jord. une espèce distincte du *C. Nepeta* Link. et Hoffm.

---

14. LAVANDULA SPICA L. — LAVANDULA DELPHINENSIS Jord.

Le *L. delphinensis* Jord. a été décrit par Jordan (1) dans les termes suivants : *Lavandula delphinensis* Jord. L. spicis laxis elongatis passim, basi interruptis, bracteis rhombeo-ovatis apice acuminatis basi angustatis, pedicello calice subtriplo breviore, oblongo-tubulosi dentibus brevissimis subquadratis, corollæ (pallide violaceæ) labii superioris lobis fere contiguis, labii inferioris lobis ovatis integriusculis, antheris tubo corollæ valde brevioribus, stigmatibus subalbidis, foliis oblongo-linearibus, basi conspicue angustatis planiusculis, minute tomen-

(1) *Annotations à la Flore de France et d'Allemagne*, publiées par C. Billot, 27e et 28e cent., déc. 1859, p. 171-172.

tosulis opacis, caulinis erecto-patulis, caulibus cespitosis, ramis annotinis elongatis flexuosis.

Après cette description, Jordan ajoute : « Cette plante habite les environs de Gap. Je l'ai élevée de graines reçues de M. Verlot et elle s'est naturalisée dans mes cultures où je l'observe depuis sept années. Elle est du nombre des vraies espèces qui ont été confondues jusqu'à présent sous le nom de *L. officinalis* Chaix, *vera* DC., ou (pour parler avec plus d'exactitude) qui n'ont pas été étudiées, mais qui se rapportent plus ou moins aux termes vagues de la description dont on se sert pour distinguer dans nos flores le type hypothétique du *L. officinalis* de ses congénères et notamment du *L. latifolia* Vill., *spica* DC. La séparation des *L. officinalis* et *latifolia*, qui, comme on le sait, rentrent toutes deux dans le type encore plus large du *L. Spica* de Linné, est basée principalement sur la différence des bractées ; car il existe des formes du type *officinalis* dont les feuilles sont assez larges, et d'autres qui ont les tiges florifères ramifiées.

« L'espèce publiée par M. F. Schultz dans son *Flor. exsicc.* n° 709, sous le nom de *L. vera* DC. et dont les échantillons, récoltés à Lyon, lui ont été envoyés par moi, est facile à distinguer du *L. delphinensis*. Son port est bien différent ; elle forme des touffes plus denses et ses tiges sont beaucoup plus raides ; ses feuilles sont toutes dressées, plus étroites, presque exactement linéaires, à bords repliés en dessous sur le vif, vertes et souvent un peu luisantes en dessus ; ses fleurs forment des épis plus denses et sont à pédicelles plus courts ; le calice est plus court, ordinairement violacé à dents ovales arrondies ; la corolle est notablement plus petite et d'un violet foncé, à lobes de la lèvre inférieure très obtus et un peu crénelés ; le style est d'un violet pâle ; l'odeur de la plante est agréable et très prononcée. Je la désigne sous le nom de *L. fragrans* ; elle croît à Couzon près de Lyon, ainsi que dans plusieurs autres localités du midi de la France. »

D'après les renseignements fournis récemment par M. Offner, l'espèce qu'il m'a envoyée sous le nom de *L. delphinensis* répondrait plutôt au *L. fragrans* décrit par Jordan.

1° Tige. — Une section de la tige du *Lavandula Spica* pratiquée

au-dessous du dernier verticille floral inférieur présente la forme d'un carré dont les angles arrondis sont projetés à l'extérieur. Les cellules épidermiques qui bordent ces angles sont régulièrement arrondies, tandis qu'elles sont allongées tangentiellement sur tout le reste de la tige. La paroi externe de l'épiderme est fortement épaissie, elle est munie d'une cuticule très régulière et elle porte de nombreux poils. Le parenchyme cortical comprend des éléments collenchymateux, généralement aplatis, excepté aux angles de la tige où le collenchyme, plus abondant, forme de véritables massifs. L'endoderme se compose de cellules polygonales à parois épaissies. Dans les angles, il s'appuie directement contre un massif de fibres péricycliques, comprenant sept ou huit assises de cellules dont le lumen est extrêmement réduit par suite de l'épaisseur des membranes ; la grandeur de ces éléments diminue de l'endoderme vers le cylindre central, leur sclérification est peu intense. En dehors des quatre massifs fibreux, l'endoderme est en contact immédiat avec une zone péricyclique, non différenciée et constituée par quatre ou cinq assises de cellules à parois minces, très régulièrement disposées en files radiales. Le cylindre central renferme quatre larges faisceaux libéro-ligneux, situés en face des angles de la tige. Chacun d'eux contient une dizaine de files de vaisseaux très fortement lignifiés dont les premiers sont immergés dans un parenchyme en partie cellulosique et en partie lignifié. Le bois secondaire très abondant est représenté par sept ou huit assises d'un tissu compact à parois très épaisses; il renferme surtout des cellules ligneuses et quelques vaisseaux.

Les rayons médullaires secondaires sont complètement lignifiés, ainsi que la moelle.

Dans les espaces interfasciculaires se trouvent de petits faisceaux libéro-ligneux surtout riches en parenchyme ligneux ; le tissu périmédullaire est fortement sclérifié ainsi que les rayons médullaires.

Une coupe comparable de la tige du *L. delphinensis* présente une forme générale analogue à la précédente avec cette différence que les angles sont beaucoup moins saillants. L'épiderme, comme dans le type, est revêtu de poils étoilés, mais

les parois externes sont loin d'être aussi épaisses. Le tissu cortical est moins compact, et l'endoderme moins résistant que précédemment.

Les massifs fibreux du péricycle ont une épaisseur égale, mais ils sont plus étalés ; la dernière assise voisine du liber comprend trente cellules, alors que dans le *L. Spica* on n'en compte que vingt-deux ou vingt-trois. Les parois des fibres sont plus minces et la sclérification est à peine indiquée. Dans le cylindre central, pas de différences notables à signaler, si ce n'est que dans son ensemble le bois est moins lignifié, moins dense, et que dans les formations secondaires les vaisseaux sont plus abondants. Les rayons médullaires, le parenchyme médullaire et le parenchyme ligneux primaire sont lignifiés, mais dans tous ces tissus la lignification est moins intense.

2° Feuille. — *Limbe.* — La feuille du *L. Spica* porte sur ses deux faces des poils étoilés, surtout très abondants à l'épiderme inférieur. Le calibre des éléments est très différent selon qu'ils appartiennent à l'un ou à l'autre épiderme. Dans les deux cas, les cellules sont allongées tangentiellement ; mais celles de l'épiderme supérieur sont trois fois plus grandes que les cellules épidermiques inférieures. La cuticularisation est intense surtout dans l'épiderme supérieur. Le mésophylle est presque uniquement représenté par du tissu palissadique ; il renferme cinq assises de palissades dont les trois premières, à partir de l'épiderme supérieur, sont très serrées les unes contre les autres. Le tissu formé par les deux autres est moins compact, mais les cellules, quoique moins étroitement unies entre elles, sont néanmoins très nettement palissadiques. Sur l'une et l'autre face, les palissades se disjoignent pour former une chambre spacieuse au-dessous des stomates qui font saillie au-dessus du niveau de l'épiderme. La nervure médiane n'est séparée du mésophylle sur ses flancs que par une seule assise collenchymateuse. Une file unique de trois cellules réunit la pointe du bois à l'épiderme supérieur ; tandis que, à la face inférieure, le mésophylle pénètre des deux côtés sous l'assise protectrice du liber, et ne laisse entre ses deux bords qu'un groupe d'une dizaine de cellules appartenant au parenchyme fondamental de la nervure.

Dans le limbe du *L. delphinensis* nous retrouvons la même différence de calibre entre les cellules des deux épidermes, mais les parois des cellules de l'épiderme supérieur sont beaucoup plus minces que celles du *L. Spica* et la cuticule est moins développée. Bien que le mésophylle soit encore entièrement palissadique, il y a une différence très sensible entre les palissades, dont la hauteur diminue à mesure qu'on s'approche de l'épiderme inférieur, de sorte que les deux dernières assises ne méritent qu'imparfaitement le nom de palissades. La nervure médiane est presque en contact avec le mésophylle qui la borde latéralement, mais elle est séparée des deux épidermes par un parenchyme fondamental beaucoup plus abondant que dans le *L. Spica;* ce tissu comprend en effet, en dehors du liber et du bois, cinq ou six assises d'un nombre égal de cellules collenchymateuses.

Mais l'étude attentive d'autres échantillons m'a prouvé qu'aussi bien dans la tige que dans la feuille les différences signalées plus haut ne se maintiennent pas.

Conclusion. — En raison du peu de stabilité des différences purement quantitatives qu'on rencontre entre le *L. Spica* et le *L. delphinensis* Jord., il semble impossible de considérer ce dernier comme une espèce distincte du *L. Spica* L.

TROISIÈME GROUPE

Individus différents de la même espèce.

---

15. ACHILLEA MILLEFOLIUM L.

J'ai reçu de Bordeaux plusieurs pieds d'*Achillea Millefolium* L. différant par la couleur des fleurs. Les uns portaient des fleurs blanches ordinaires, d'autres des fleurs roses, d'autres enfin des fleurs rouges. Dans l'étude que j'ai faite de la structure de ces divers *A. Millefolium*, il m'a été impossible de relever d'autres différences que de très légères modifications, toutes en rapport avec l'allure générale et le développement de ces plantes. La comparaison de l'*A. Millefolium* ordinaire, avec des individus à fleurs roses récoltés dans la même station aux environs de Fontainebleau, ne m'a pas fourni d'autres résultats. En revanche, j'ai trouvé de notables différences entre ces derniers échantillons et ceux de Bordeaux. Sur des tiges de même diamètre, de hauteur sensiblement égale et au même stade de développement, l'écorce est moins abondante dans les *Achillea* de Bordeaux, les gaines fibreuses des faisceaux libéro-ligneux sont deux fois plus épaisses et la sclérification des rayons médullaires et du parenchyme périmédullaire est plus intense.

Ainsi, tandis que les variétés d'*Achillea* à fleurs blanches, roses et rouges de même provenance ne présentent aucune différence, ces mêmes formes diffèrent sensiblement des variétés correspondantes récoltées dans d'autres localités. Seule l'influence du milieu peut expliquer ces différences ; et nous voyons en effet que les *A. Millefolium* de Bordeaux se dis-

tinguent de ceux de Fontainebleau par un ensemble de caractères propres aux plantes de stations chaudes et sèches.

---

16. GERANIUM SANGUINEUM L.

Les deux pieds de *Geranium sanguineum* L., que j'ai comparés, ont été récoltés au même stade de leur floraison, à Fontainebleau, l'un dans le Bois Gauthier, l'autre dans le Jardin botanique du Laboratoire. Le premier avait une tige plus haute que celle du second et les entre-nœuds étaient plus longs d'un tiers ; il y avait la même différence dans les dimensions respectives des rameaux et des pétioles. J'ai fait l'étude de la tige à deux endroits, au milieu des second et cinquième entre-nœuds supérieurs.

Tige. — Dans le *G. sanguineum* du Bois Gauthier, l'épiderme porte une cuticule mince et complètement lisse ; l'épaississement considérable des parois, surtout externes et internes, a réduit de moitié le lumen des cellules. L'assise sous-épidermique, véritable hypoderme, est formée d'éléments polygonaux plus ou moins arrondis, très réguliers, à membranes moins épaisses. Dans les deux ou trois assises dont se compose l'écorce, les cellules sont aussi régulières, mais allongées tangentiellement, et plus ou moins collenchymateuses. Le cylindre central est protégé par un anneau de sclérenchyme de trois assises de fibres, renforcé en face des faisceaux, où il en renferme cinq. A cette gaine fibreuse sont adossés 8 faisceaux libéro-ligneux de taille inégale ; dans les plus gros, de forme ovale, les vaisseaux du bois sont disposés sur 3 ou 4 files radiales, les plus rapprochés de l'assise génératrice étant peu lignifiés. La moelle, le parenchyme périmédullaire et les rayons médullaires sont entièrement cellulosiques.

En dehors de la forme des cellules, plus allongées tangentiellement que dans le premier échantillon, l'épiderme et l'hypoderme de la tige de *G. sanguineum* du Jardin botanique n'offrent pas de différences sensibles. L'écorce com-

prend une assise de plus. L'anneau fibreux est plus épais, surtout au voisinage des faisceaux libéro-ligneux en face desquels il peut avoir 6 ou 7 assises. Les faisceaux, au nombre de 8, sont tous beaucoup plus développés ; les plus petits ont presque la valeur des plus gros de la première tige ; aussi les vaisseaux y sont-ils plus nombreux, leur lignification plus complète, l'ensemble du tissu ligneux plus dense.

L'étude de ces deux tiges, à un niveau inférieur vers le milieu du cinquième entre-nœud, accuse les mêmes différences. Dans l'un et l'autre cas, la sclérification de l'anneau fibreux est très intense, mais elle est plus complète dans les fibres du *G. sanguineum* du Jardin botanique, chez lequel d'ailleurs la gaine scléreuse est plus épaisse. La différence entre les faisceaux libéro-ligneux des deux échantillons est encore plus accentuée. Les plus longues files du bois contiennent une dizaine de vaisseaux dans le Géranium du Jardin botanique, cinq seulement dans l'autre ; aussi, tandis que les faisceaux du premier ont une forme ovale allongée, ceux du second sont étalés, plus larges que longs. La moelle est relativement moins abondante dans le *G. sanguineum* du Jardin botanique.

Si donc nous négligeons les différences, d'ailleurs légères, relatives à la forme de l'épiderme et des faisceaux libéro-ligneux, nous voyons que la tige du *G. sanguineum* du Jardin botanique possède, par rapport au *G. sanguineum* du Bois Gauthier, un ensemble de caractères correspondant aux différences morphologiques de ces deux plantes. En effet, l'importance du sclérenchyme, le développement considérable du tissu ligneux et l'intensité de la lignification sont autant de caractères qui appartiennent aux tiges robustes, raides et rameuses, comme l'est celle du *G. sanguineum* du Jardin botanique. Au contraire, la réduction de l'appareil de soutien et du tissu vasculaire cadrent parfaitement avec le port général de la tige grêle et flexueuse du *G. sanguineum* venant du Bois Gauthier.

---

17. HYPERICUM PERFORATUM L.

J'ai fait l'étude comparée de deux tiges d'*Hypericum perforatum* L. présentant des différences de morphologie très sensibles. L'une, récoltée sur un sol très fertile, aux bords de la Seine, à Champagne, était beaucoup plus vigoureuse et plus rameuse que l'autre qui avait poussé aux environs du Laboratoire, dans le sable de Fontainebleau. Au sommet de la première, les rameaux dressés en corymbe formaient un panicule plus dense ; la longueur des entre-nœuds différait peu, mais dans l'*Hypericum* de la forêt les rameaux étaient moins raides, plus étalés sur la tige. D'une manière générale les dimensions étaient réduites chez les feuilles du premier échantillon.

Tige. — Une section de la partie médiane du deuxième entre-nœud supérieur faite dans l'*H. perforatum* de la forêt montre que la tige est cylindrique et légèrement ailée par deux lignes saillantes diamétralement opposées.

L'épiderme, dont les cellules elliptiques ont des membranes externes et internes fortement épaissies, porte une cuticule assez forte. Immédiatement au-dessous de lui, dans l'écorce, sont les canaux sécréteurs. On distingue, dans le parenchyme cortical, deux zones très nettes : la première est formée de trois assises de petites cellules à parois minces, la seconde d'un même nombre d'assises d'éléments plus gros et collenchymateux.

L'endoderme et le péricycle n'offrent aucune particularité. Le bois et le liber forment un anneau continu, les plus longues files de bois renferment cinq ou six vaisseaux. La lignification est presque complète dans l'élément vasculaire ainsi que dans les rayons médullaires ; elle est moins avancée dans les fibres ligneuses qui font suite au bois et forment des files radiales comprenant six ou sept assises dans leur plus grande épaisseur.

Comparée à la précédente, la tige d'*H. perforatum* de Champagne possède un épiderme à cellules plus aplaties et plus

épaisses. L'écorce est beaucoup plus collenchymateuse ; on ne compte que deux assises de petites cellules à parois minces, tandis que la seconde zone corticale comprend quatre ou cinq assises d'éléments à membranes presque une fois plus épaisses que dans le tissu correspondant du premier échantillon étudié.

Les plus grandes différences se trouvent dans le cylindre central. Dans son ensemble le bois est beaucoup plus important, les files de vaisseaux et de fibres ligneuses sont deux fois plus longues, l'épaississement des parois fibres est plus intense, mais leur lignification, de même que celle des vaisseaux, ne semble pas plus avancée. Notons aussi que les vaisseaux, au lieu d'être polygonaux ou arrondis, sont elliptiques, allongés radialement. Les cellules de la moelle ont leurs membranes plus épaisses, et, en face de chacune des ailes de la tige, elle forme à la pointe du bois primaire un massif de cinq ou six assises en partie sclérifiées.

Dans des coupes pratiquées au milieu du cinquième entre-nœud nous avons à enregistrer les mêmes observations : aplatissement de l'épiderme, prédominance dans l'écorce du tissu collenchymateux, plus grand développement du tissu vasculaire et lignification de la moelle dans la tige d'*H. perforatum* des bords de la Seine.

En résumé, par sa structure intime, la tige d'*H. perforatum* de Champagne diffère tout autant de la tige d'*H. perforatum* de Fontainebleau que par sa morphologie externe. Mais, dans leur ensemble, les différences qui la caractérisent sont purement quantitatives. Elles sont le résultat de l'influence exercée sur le développement de cet individu par un milieu beaucoup plus riche que celui dans lequel a poussé l'*H. perforatum* du sable de Fontainebleau.

---

18. VINCETOXICUM OFFICINALE Mœnch.

Les deux pieds de *Vincetoxicum officinale* qui font l'objet de cette étude anatomique ont été récoltés, l'un dans le Jardin botanique de Fontainebleau, l'autre dans le Bois Gauthier.

Il y avait entre les deux des différences analogues à celles que j'ai déjà indiquées entre-d'autres échantillons de même provenance. Les entre-nœuds du *V. officinale* du Jardin botanique étaient plus courts, ainsi que les rameaux florifères et les pétioles.

Tige. — Commençons par l'échantillon récolté dans le Bois Gauthier. Cet individu avait sur l'autre une légère avance dont nous devons tenir compte, surtout dans l'étude de la coupe du premier entre-nœud. La tige est protégée par un épiderme à cellules polygonales, dont les parois externes font un angle très aigu vers l'extérieur. La cuticule qui le revêt est peu épaisse et striée; les stomates, peu nombreux, sont logés dans de petites dépressions. Les parois des cellules épidermiques, y compris les radiales, sont également mais médiocrement épaissies.

L'assise sous-épidermique à éléments plus réguliers et, en général, plus grands, possède les caractères d'un hypoderme; elle est suivie d'un parenchyme cortical lâche dans sa première moitié, plus régulier et collenchymateux dans sa partie interne où le calibre des cellules est presque doublé. A l'endoderme sont accolés des paquets de fibres péricycliques, à parois déjà épaisses mais nullement sclérifiées. Le bois et le liber forment un anneau complet à l'intérieur duquel, vers la pointe des faisceaux, s'étendent de larges plages de liber. La lignification est complète dans les vaisseaux disposés en files de 5 ou 6, aussi bien que dans les fibres ligneuses et dans les rayons médullaires secondaires. La moelle restée cellulosique est en partie détruite.

La tige du *V. officinale* du Jardin botanique possède un épiderme à cellules très régulières, arrondies ou elliptiques.

Leurs parois externes, loin d'être anguleuses, sont aplaties ou légèrement convexes ; elles ont une épaisseur double de celle de l'autre épiderme, et leur cuticularisation est plus intense. L'hypoderme, ici très net, se distingue du premier, tant par l'allongement tangentiel de ses cellules que par l'épaisseur de leurs membranes. Nous retrouvons dans l'écorce la succession des deux parenchymes ; le premier est moins méatique que celui qui lui correspond dans l'autre tige. Ses paquets de fibres péricycliques sont relativement plus importants; malgré le léger retard dans le développement de cet échantillon, il n'y a pas de différence sensible dans les parois des fibres.

L'anneau libéro-ligneux est plus épais ; les massifs libériens sont plus gros et mieux individualisés; au lieu de 6 vaisseaux, chaque file en contient 7 ou 8, mais leur lignification n'est pas complète.

Le liber interne est plus abondant ; la moelle, demeurée intacte, possède une surface presque moitié moindre que dans l'autre tige qui est cependant plus petite.

L'étude comparée du quatrième entre-nœud supérieur dans les deux échantillons fournit des résultats identiques : même épaisseur de la cuticule dans le *V. officinale* du Jardin botanique, mêmes différences relatives à la forme et à l'épaississement de l'épiderme et de l'hypoderme, même densité du parenchyme cortical, même abondance de fibres, même importance du système vasculaire et même réduction de la moelle.

Notons aussi que les laticifères sont plus développés dans ce dernier individu.

En résumé, nous retrouvons ici des différences anatomiques de même ordre que celles que nous avons déjà observées entre d'autres tiges présentant les mêmes différences morphologiques, par exemple entre les deux *G. sanguineum* récoltés respectivement dans la même station.

Aussi les mêmes conclusions s'imposent ; il nous suffira de les condenser en ces quelques mots : la structure anatomique des deux tiges de *V. officinale* s'explique par le port général de ces plantes et leur adaptation au milieu où elles se sont développées.

19. AJUGA GENEVENSIS L.

J'ai comparé divers pieds d'*Ajuga genevensis* récoltés dans la forêt de Fontainebleau, les uns sur une hauteur, dans un endroit très sec, les autres dans une partie de la forêt plus humide et à niveau inférieur. Les premiers étaient tous plus rabougris, une fois moins élevés que les seconds ; ils avaient des verticilles plus rapprochés en épi et leurs feuilles beaucoup plus rugueuses.

1° Tige. — J'ai étudié la tige dans les deux cas sur des coupes faites au-dessous du dernier verticille floral inférieur.

La tige d'A. *genevensis*, grand échantillon, a une forme quadrangulaire, arrondie, avec des angles assez proéminents. L'épiderme est composé de cellules polygonales, irrégulièrement arrondies, excepté aux angles de la tige où les éléments sont moins larges et allongés radialement. Sous cet épiderme, dans les angles, on trouve 7 ou 8 assises de collenchyme ; ailleurs, l'assise sous-épidermique et la suivante sont formées de cellules arrondies et plus petites. Le reste de l'écorce comprend 5 assises de gros éléments polygonaux très réguliers. Le calibre des cellules endodermiques est moindre. Le cylindre central renferme quatre larges faisceaux libéro-ligneux, dans l'intervalle desquels sont disséminés des faisceaux moins importants. Chez tous, le liber est protégé par une gaine de fibres non sclérifiées ; et, à la pointe du bois, le parenchyme ligneux a épaissi ses parois. La moelle renferme une grande lacune centrale.

La coupe comparable du petit échantillon montre que l'épiderme est assez différent. Les cellules sont au moins aussi larges et bien plus allongées radialement que celles du premier épiderme ; leurs parois externes et internes sont deux fois plus épaisses. Aucune autre différence à signaler dans l'écorce si ce n'est la plus grande régularité des premières assises à petits éléments. Dans le cylindre central, l'ensemble des fibres péricycliques est plus important, tant pour le nombre des fibres que pour l'épaisseur de leurs parois ; le liber est plus abondant

et dans le bois les files de vaisseaux sont mieux individualisées et la lignification plus complète ; dans les espaces interfasciculaires le péricycle a sclérifié plusieurs de ses assises, tandis que dans la tige du grand échantillon la sclérification de ces mêmes assises est à peine marquée.

La tige d'A. *generensis* rabougri se distingue donc de la tige des pieds de la même espèce plus grands et ayant poussé dans un endroit plus humide par un ensemble de différences attribuables à l'influence du milieu. En effet, l'épaississement des parois de l'épiderme, le développement de l'appareil de soutien et l'intensité de la sclérification sont des caractères de plantes soumises à la sécheresse.

2° Feuille. — Dans le limbe on retrouve entre les deux échantillons d'A. *generensis* des différences semblables, dans la forme et les dimensions de l'épiderme, dans l'importance de l'appareil de soutien. Ajoutons que la nervure médiane est une fois plus développée dans le petit *Ajuga* et les nervures secondaires présentent une exagération dans le même sens ; le mésophylle, très peu palissadique dans l'un et l'autre cas, est plus dense dans l'échantillon récolté en terrain sec.

En résumé, l'étude de la feuille conduit aux mêmes conclusions que celle de la tige.

---

20. TEUCRIUM SCORODONIA L.

J'ai récolté au même stade de développement deux pieds de *Teucrium Scorodonia* L. dont les différences de morphologie externe avaient attiré mon attention. L'un, situé dans le Jardin botanique du Laboratoire de Fontainebleau, avait une tige rameuse, peu élancée, à entre-nœuds relativement courts, tandis que l'autre, récolté à peu de distance, était plus grêle, plus élancé, ne portait que des rameaux peu développés et ayant leurs points d'insertion sur la tige beaucoup plus espacés.

Les feuilles du premier étaient moins larges, plus courtes et plus épaisses que celles du second. J'ai fait l'étude de ces deux

échantillons sur la tige à différents niveaux, sur le pétiole et sur le limbe.

1° Tige. — Commençons par le *T. Scorodonia* récolté autour du Laboratoire (Pl. IV, fig. 28). Nous avons, dans une coupe faite vers le milieu du troisième entre-nœud supérieur, la structure typique des Labiées. L'épiderme, muni de poils pluricellulaires sur les quatre faces de la tige, a ses parois externes et internes épaissies; il porte de rares stomates. Dans chacun des angles de la tige est un massif de collenchyme épais de sept ou huit assises de cellules dont le lumen est assez réduit par suite de l'épaississement considérable des parois internes et externes. L'écorce comprend cinq ou six assises d'éléments polygonaux plus ou moins allongés tangentiellement. Les faisceaux libéro-ligneux sont situés en face des angles; à l'extérieur du liber le péricycle forme une gaine de fibres à parois peu épaisses et cellulosiques. Le bois renferme une douzaine de files d'environ sept ou huit vaisseaux, les deux derniers voisins du cambium ne sont pas encore lignifiés. Le péricycle des arcs interfasciculaires, les rayons médullaires uni ou bi-sériés, le parenchyme périmédullaire et la moelle, tous ces tissus sont cellulosiques.

La structure de l'entre-nœud correspondant du *T. Scorodonia* (Pl. IV, fig. 27) du Jardin botanique révèle des différences non moins profondes que n'en manifestait le port général de cette plante.

La différenciation de tous les tissus, surtout de l'appareil de soutien, est bien plus avancée. En dehors des massifs collenchymateux, en face des ailes des faisceaux libéro-ligneux, l'épiderme est doublé par une ou deux assises très fortement collenchymateuses, séparées du collenchyme des angles seulement par quelques cellules. L'écorce est relativement moins épaisse, mais l'endoderme est presque le double du précédent. Alors que dans l'autre tige les fibres péricycliques avaient à peine épaissi leurs membranes, ici elles sont complètement sclérifiées.

L'importance du bois est manifeste, tant par la quantité des vaisseaux que par l'intensité de la lignification qui est complète non seulement dans les derniers vaisseaux formés, mais aussi dans les assises de fibres ligneuses.

Le parenchyme ligneux primaire est resté mou, mais les rayons médullaires secondaires, le parenchyme périmédullaire et la moelle sont sclérifiés. Les mêmes remarques, toutes proportions gardées, s'appliquent aux faisceaux accessoires : dans les arcs interfasciculaires, le péricycle s'est divisé tangentiellement ; les assises qui sont au contact de la moelle sont fortement sclérifiées.

Au lieu de s'atténuer, les différences sont encore plus accusées sur des coupes faites dans le dernier entre-nœud au bas de la tige. Bien que la différenciation semble aussi complète dans les deux cas, la tige de *T. Scorodonia* du Jardin botanique garde toujours sa supériorité sur l'autre par sa richesse en tissu de soutien et le grand développement du système vasculaire.

Ce sont là, on le voit, des différences qu'on pouvait prévoir, puisqu'elles concordent avec la morphologie externe des deux individus comparés. A la vigueur et à la ramification puissante du *T. Scorodonia* du Jardin botanique, correspondent un appareil de soutien très résistant et un tissu conducteur très bien développé.

2° Feuille. — Dans le *T. Scorodonia* du Jardin botanique, le parenchyme cortical de la face dorsale du pétiole est assez épais : il comprend onze assises, dont les trois premières sont collenchymateuses, tandis que dans l'autre échantillon le nombre des assises corticales est de huit seulement et le collenchyme n'a envahi que deux d'entre elles. La nervure médiane est moins étalée dans le pétiole du premier individu, mais les files de vaisseaux y sont plus longues.

L'étude du limbe révèle des différences analogues dans les nervures : le mésophylle du *T. Scorodonia* du Jardin botanique est plus dense et plus épais que le second échantillon.

De telles différences doivent être interprétées comme celles de la tige ; elles cadrent parfaitement avec la morphologie de la feuille dans l'une et l'autre plante.

---

21. TARAXACUM DENS-LEONIS Desf.

Au cours d'une excursion botanique dans la vallée de Chevreuse, j'ai recueilli divers échantillons de *Taraxacum Dens-leonis* très différents en apparence. Les uns, récoltés dans la prairie, étaient très développés ; leurs feuilles très longues avaient des lobes triangulaires, larges et peu aigus, une hampe dressée assez élancée, tandis que d'autres, situés sur une colline, en un endroit sec, avaient les lobes des feuilles étroits et aigus, et semblaient rabougris en comparaison des autres. Avec ces deux types extrêmes, j'ai étudié une variété intermédiaire, provenant également d'une station de sécheresse moyenne. Enfin, j'ai contrôlé le résultat de mes recherches anatomiques en faisant des comparaisons sur des pieds de *Taraxacum* présentant les mêmes différences morphologiques, mais récoltés à Fontainebleau.

1° Tige. — Les coupes ont été faites sur les trois échantillons de la vallée de Chevreuse, dans la hampe florale, à un centimètre environ au-dessous de l'involucre.

Comparons les types extrêmes. Le petit échantillon diffère du grand par la plus grande abondance du collenchyme dans l'épiderme, l'hypoderme et les deux premières assises corticales ; par l'épaisseur moindre de son écorce qui ne contient que deux ou trois assises au lieu de quatre ou cinq dans l'autre où elles présentent de nombreux méats. Dans les deux cas les faisceaux libéro-ligneux sont coiffés d'un massif de fibres libériennes non sclérifiées, mais dans le *Taraxacum* de la prairie elles ont des parois plus minces. La lignification des derniers vaisseaux du bois secondaire est sensiblement la même dans l'un et l'autre échantillon ; cependant les parois des vaisseaux du petit *Taraxacum* sont plus épaisses et les cellules situées entre les files de vaisseaux primaires sont complètement lignifiées, alors qu'elles sont encore cellulosiques dans l'autre cas. La moelle est plus abondante dans la tige de station sèche : on compte sept ou huit assises médullaires du parenchyme

ligneux primaire à la lacune centrale, trois ou quatre seulement dans l'autre tige.

En résumé, la tige qui s'est développée dans un endroit sec diffère de celle qui a poussé dans une prairie très humide par la réduction de l'écorce, l'abondance du collenchyme, l'absence de lacunes corticales, l'importance des fibres et l'intensité de la lignification.

En comparant l'échantillon moyen avec les deux précédents, j'ai observé que, bien que par sa morphologie externe il fût moins éloigné du grand échantillon, il en différait presque autant que le petit par l'ensemble des mêmes caractères. Il faut donc admettre que ces différences doivent être attribuées à une simple adaptation au milieu. C'est aussi la conclusion que j'ai tirée de l'étude comparative des tiges des divers *Taraxacum* récoltés à Fontainebleau, car les résultats ont été obtenus dans le même sens.

2° Feuille. — Je m'en suis tenu pour cet organe à l'étude du pétiole. J'ai retrouvé des différences aussi nettes entre le *Taraxacum* de station humide d'une part et les deux autres de station sèche d'autre part ; quelques-unes sont encore plus accentuées. C'est ainsi que le parenchyme cortical du pétiole du grand échantillon est nettement méatique, tandis que ce même tissu est très régulier dans les deux autres pétioles. Notons en outre que la moelle est intacte dans le *Taraxacum* du terrain sec, alors que dans l'autre elle renferme une large lacune.

Ainsi, l'étude de la tige et de la feuille de ces trois pieds de *Taraxacum* montre qu'aux différences de morphologie externe correspondent des différences de structure très marquées, mais que ces différences sont en relation très étroite avec le milieu, et qu'en somme le petit échantillon de *Taraxacum* ne diffère du grand que par un ensemble de caractères qui sont distinctifs des végétaux soumis à la sécheresse.

---

22. SAPONARIA OFFICINALIS L.

Les différences considérables de morphologie externe que peuvent présenter les divers individus chez le *Saponaria officinalis* m'ont amené à comparer deux échantillons récoltés, l'un à Champagne, au bord de la Seine, l'autre à Fontainebleau, non loin du Laboratoire.

Le *Saponaria officinalis* des bords de la Seine présente une tige très rameuse, la longueur des entre-nœuds vers le milieu de la tige est de 7 centimètres. Au contraire, dans l'échantillon du Laboratoire, la tige n'est nullement rameuse (d'ailleurs tous les échantillons situés dans le voisinage offraient le même caractère) ; les entre-nœuds sont beaucoup plus courts, ils ne mesurent que 3 centimètres.

1° Tige. — La coupe de la tige du *S. officinalis* de Fontainebleau accuse une différenciation plus avancée. Les cellules épidermiques sont plus grosses, alors que les dimensions moyennes des cellules dans les deux échantillons sont les mêmes. Dans leur ensemble, les cellules sous-jacentes de l'écorce sont plus régulières et plus cellulosiques que celles de l'échantillon des bords de la Seine, qui laissent entre elles de nombreux méats. Sur treize assises péricycliques que présente le *S. officinalis* de Fontainebleau, cinq sont complètement sclérifiées et forment un anneau complet ; dans l'autre échantillon, où l'on trouve seize assises péricycliques, la sclérification est moins avancée, mais, une fois complet, l'anneau fibreux comprendra sept ou huit assises. Le liber est sensiblement le même dans les deux cas, tandis que le bois est moins abondant dans l'échantillon de Fontainebleau, où les vaisseaux sont plus serrés les uns contre les autres et aussi plus étroits.

J'ai comparé d'autre part deux échantillons récoltés plus tard à l'époque de la floraison, dans le terrain du Laboratoire de Fontainebleau. Le premier, à fleurs simples, avait une tige grèle, sans ramifications, et à entre-nœuds très courts. Le second, à fleurs doubles, venant de Normandie, avait été

transplanté et cultivé à Fontainebleau. Aussi les tiges étaient-elles rameuses ; à lui seul, un rameau latéral était aussi vigoureux que la tige entière du premier échantillon. Ce sont des coupes de l'un et de l'autre, faites à des endroits comparables, que j'ai étudiées.

Les cellules épidermiques du *Saponaria officinalis* type sont plus grandes que celles de la Saponaire à fleurs doubles. L'écorce comprend dans les deux cas cinq assises de cellules, ne présentant pas de différences notables. Dans le péricycle, on compte treize assises de cellules, mais tandis que dans le premier échantillon cinq seulement sont sclérifiées, chez la Saponaire à fleurs doubles la sclérification a envahi les dix premières assises. Le liber semble identique dans les deux cas ; les faisceaux du bois sont mieux développés dans l'individu à fleurs doubles et les vaisseaux y sont plus larges.

Enfin, j'ai étudié deux autres échantillons analogues, récoltés aux environs de Montfort-l'Amaury ; la principale différence morphologique portait sur l'inégale longueur des entre-nœuds, plus considérable chez la Saponaire à fleurs doubles.

Ici encore, les cellules épidermiques sont plus larges dans la Saponaire à fleurs simples. Au contraire, le péricycle ne contient que huit ou neuf assises de cellules, tandis que dans l'échantillon à fleurs doubles on compte jusqu'à quatorze assises péricycliques, dont la sclérification est un peu plus avancée.

Un second pied de Saponaire à fleurs doubles différait du précédent en ce qu'il était moins élancé, et que ses entre-nœuds mesuraient seulement 3 centimètres environ vers le milieu, tandis que dans le premier ils avaient une longueur moyenne de 6 centimètres. A ce point de vue de morphologie externe, il se rapprochait donc davantage de la Saponaire à fleurs simples. Aussi, en les comparant l'un à l'autre, j'ai retrouvé les mêmes différences générales mais plus atténuées. Il semble donc que la morphologie interne est en relation étroite avec les différences morphologiques externes.

2° Feuille. — L'étude du pétiole permet de constater les mêmes différences que celles qu'avait révélées l'anatomie de la tige, à savoir : épaisseur moindre de l'épiderme, et en

même temps plus grand développement du bois et des éléments de soutien dans la Saponaire des bords de la Seine et dans les Saponaires à fleurs doubles.

Une coupe du limbe montre que le tissu palissadique est plus net dans la Saponaire du Laboratoire, les cellules du parenchyme lacuneux y sont plus régulières que dans l'échantillon des bords de la Seine. La nervure médiane reproduit les différences déjà signalées dans le pétiole.

Conclusion. — Des comparaisons que nous venons de faire, il résulte que les différences qui distinguent le *Saponaria officinalis* de Champagne de l'échantillon de Fontainebleau sont les mêmes que celles qui séparent le *S. officinalis* à fleurs simples du *S. officinalis* à fleurs doubles. Peut-être aurait-on le droit d'en conclure que, dans le premier cas, nous avons également affaire à une Saponaire à fleurs doubles. Mais, au point de vue où nous nous plaçons, ce qu'il importe de retenir, c'est qu'entre ces divers individus de *S. officinalis* les différences de structure interne sont en rapport direct avec le port général de ces plantes et le milieu où elles ont vécu.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

On distingue généralement, en Botanique descriptive, deux sortes d'espèces. Les premières, qu'on désigne quelquefois sous le nom d' « espèces linnéennes », qu'elles soient de Linné ou d'autres auteurs, sont comprises dans un sens très large et réunissent souvent, sous un même nom, un assez grand nombre de formes différentes. Les secondes, qu'on désigne souvent sous le nom d' « espèces jordaniennes », qu'elles soient de Jordan ou d'autres auteurs, sont au contraire comprises dans un sens très étroit et proviennent le plus souvent du démembrement des espèces linnéennes; mais, pour leurs auteurs, elles ont exactement la même valeur. Ce ne sont pas, pour Jordan et ses adeptes, des sous-espèces, ni des espèces de second ordre, car, d'après eux, elles doivent être placées au même rang qu'une espèce linnéenne qui n'aurait pas été démembrée.

A côté de ces deux sortes d'espèces, linnéennes ou jordaniennes, il existe pour tous les auteurs de simples variétés qui ne seraient dues qu'aux conditions de milieu extérieur, ou qui tout au moins seraient susceptibles de passer de l'une à l'autre dans des semis successifs.

Comme je l'ai indiqué au début de ce travail, les distinctions entre les espèces affines n'ayant été établies jusqu'à présent que d'après des caractères de morphologie externe, je me suis proposé de chercher si les caractères de la structure ne peuvent pas fournir des renseignements utiles sur la constitution de ces espèces plus ou moins contestées.

Il s'agissait de savoir si en comparant, par exemple, deux espèces du type jordanien, on peut trouver entre elles certaines différences de structure, capables de résister à un changement

actuel des conditions extérieures du climat et surtout des propriétés du sol qui sont à cet égard les plus importantes.

Il est bien évident que si le caractère observé persiste dans toutes les cultures et dans toutes les stations, c'est qu'il a une origine lointaine, que l'expérience actuelle ne peut pas nous faire connaître ; c'est donc qu'il a une valeur qu'on pourrait appeler spécifique.

Au contraire, si le caractère observé tout d'abord en comparant entre elles deux espèces affines subit, suivant les stations et les cultures, des modifications considérables, à tel point que deux exemplaires de la même espèce en deux habitats distincts arrivent à différer plus entre eux que deux exemplaires des espèces affines cultivés dans le même terrain, on serait en droit de conclure que ce caractère de structure n'a aucune valeur spécifique.

Il arrive aussi très souvent qu'on remarque dans le port et les caractères extérieurs généraux de très grandes différences apparentes entre des individus décrits sous le même nom par tous les auteurs ; et un botaniste descripteur peu expérimenté serait amené, par une fausse extension des principes de l'école jordanienne, à décrire toutes ces variétés comme espèces distinctes. Il y avait lieu de se demander, à cet égard, quelles sont les différences de structure que l'on peut reconnaître entre les individus d'aspect extérieur très différent, mais décrits sous le même nom, et de chercher si ces différences sont ou non en rapport direct avec les caractères externes d'adaptation.

Les espèces, formes ou variétés que j'ai étudiées dans ce travail peuvent se répartir en trois groupes principaux.

J'ai d'abord étudié comparativement des espèces très voisines les unes des autres au point de vue de leur forme extérieure et surtout de leur structure, en soumettant les résultats obtenus au contrôle de cultures expérimentales en divers milieux.

Pour un second groupe d'espèces affines, je me suis contenté de comparer entre eux, pour chaque forme, des échantillons provenant de localités différentes et en appliquant à leur étude les résultats obtenus par les comparaisons faites dans le premier groupe.

Enfin, dans un troisième groupe d'espèces, j'ai cherché à me procurer des individus le plus différents, appartenant à une même espèce déterminée, pour voir si on ne trouverait pas entre ces individus des différences de structure comparables à celles que présentent les espèces affines.

I

Parmi les groupes d'espèces affines soumises au contrôle des cultures en divers terrains, les uns ont présenté des différences de structure qui paraissent indépendantes des changements de conditions actuelles. Dans d'autres groupes, les espèces affines n'offrent au contraire entre elles que des différences de structure insignifiantes et qui se montrent étroitement en rapport avec les changements de milieux auxquels on les soumet. Résumons d'abord les résultats obtenus dans la première de ces deux séries de groupes d'espèces.

La plante décrite sous le nom de *Ranunculus Duriæi* Beille, très voisine du *R. bulbosus* L., montre certains caractères de structure qui ne sont pas en rapport avec l'adaptation immédiate. C'est ainsi que cette plante a des racines à faisceaux plus nombreux et présente dans ses tiges l'association constante de deux caractères qui sont opposés entre eux au point de vue de l'adaptation : un plus grand développement du sclérenchyme et une écorce à lacunes plus développées ; l'ensemble de ces caractères persiste dans les cultures sur les terrains les plus divers, secs ou humides. On a donc affaire en ce cas à des caractères spécifiques internes qui viennent s'ajouter à ceux de la morphologie extérieure. Les *Anemone Bogenhardtiana* Pritz et *A. rubra* Lamk. offrent dans leur structure quelques caractères qui résistent aux divers changements et paraissent à cet égard aussi distincts de l'*A. Pulsatilla* type par leur structure que par leur forme extérieure. Des conclusions analogues permettent de maintenir une distinction entre le *Geranium purpureum* Vill. et le *G. Robertianum* L. type ; entre les *Thalictrum angustifolium* Jacq., *Th. nigricans* Jacq. et le *Thalictrum flavum* L. On peut presque en dire autant des deux formes entre lesquelles Mertens et Kitaibel ont démembré le *Parietaria offi-*

cinalis DC., ou encore de l'*Helianthemum velutinum* Jord. que Jordan a séparé du type *H. apenninum*.

Mais, à côté de ces résultats positifs, on peut inscrire des résultats tout opposés.

Le *Lathyrus monspeliensis* Delile, décrit comme espèce distincte du *L. latifolius* L., présente avec l'espèce type des différences de structure moins grandes que celles qu'on peut observer entre deux échantillons provenant d'un même pied de *L. latifolius* cultivés dans deux terrains différents. Si l'on admet le critérium que nous adoptons, nous en concluons que le *L. monspeliensis* Delile n'est pas une espèce ou, si l'on veut, n'est pas même une sous-espèce au même titre que les précédentes.

Des conclusions semblables se déduisent de l'étude comparée du *Chelidonium laciniatum* Mill. par rapport au *Ch. majus* L., ainsi que de l'*Atriplex hortensis* var. *rubra* par rapport à l'*Atriplex hortensis* L., et des différentes espèces de *Viola* jordaniennes comparées aux types linnéens.

II

J'ai fait l'examen détaillé des caractères de structure chez le *Pistacia Lentiscus* L. et ses deux variétés *angustifolia* DC. et *latifolia* Coss. chez le *Pistacia Terebinthus* L. et ses deux variétés *angustifolia* Lec. et Lam. et *heterophylla* DC., et enfin chez le *P. Saportæ* Burnat qui est rattaché au *Pistacia Terebinthus*, ou que certains auteurs considèrent comme un hybride entre les deux espèces linnéennes (1). Il semble résulter de cette étude que le *P. Saportæ* offre des caractères spécifiques de structure qui le rapprochent de la variété *heterophylla* du *P. Terebinthus*, notamment par le nombre des canaux sécréteurs. Quant aux variétés de l'une et de l'autre espèce linnéenne, elles doivent être considérées comme des formes distinctes des types.

Au contraire, il n'existe aucune différence de structure sensible entre le *Lavandula delphinensis* Jord. et le *L. Spica* L. type ; on ne peut non plus déceler aucune différence constante entre

(1) Cf. *Un Pistacia prétendu hybride*, par M. Alfred Reynier (Bull. Soc. Bot. de France, 4e sér., t. V, 1905).

le *Calamintha Nepetoides* Jord. et le *C. Nepeta* Link. et Hoffm. Il en est de même pour le *Galeopsis Verloti* Jord., comparé au *G. Tetrahit* L.

III

D'une manière générale, les recherches que j'ai faites en essayant de comparer les échantillons décrits par tous les auteurs sous un même nom, mais présentant entre eux les aspects les plus différents, ne m'ont fourni aucun caractère de structure constante. Dans la plupart des cas, les différences de structure que l'on observe paraissent toutes en rapport avec l'adaptation directe au milieu et avec les caractères de morphologie externe qui en résultent. C'est ce qui a lieu par exemple pour les *Hypericum perforatum* L., *Ajuga Genevensis* L., *Taraxacum Dens-leonis* Desf., ainsi que pour le *Saponaria officinalis* L., à fleurs simples ou à fleurs doubles à l'état spontané.

On pouvait se demander si des plantes cultivées depuis longtemps dans le Jardin botanique de la Faculté de Médecine de Paris, puis transplantées dans celui de Fontainebleau, n'avaient pas acquis avec le temps des caractères d'apparence spécifique. D'après l'examen comparatif que j'ai fait entre diverses espèces cultivées dans le Jardin botanique et récoltées à l'état sauvage, on voit qu'il n'en est rien. C'est ainsi que les *Geranium sanguineum* L., *Vincetoxicum officinale* Mœnch., *Teucrium Scorodonia* L., ainsi cultivés, n'ont présenté par rapport aux mêmes espèces spontanées que des différences de structure du même ordre que celles dont nous venons de parler.

Enfin les variétés chez lesquelles la couleur des fleurs semble avoir acquis une remarquable fixité, mais qui appartiennent à la même espèce, n'offrent entre elles aucune différence dans la structure de leurs divers organes. C'est du moins ce que j'ai constaté chez les quelques espèces que j'ai étudiées à ce point de vue, *Achillea Millefolium* L. à fleurs blanches, roses et rouges, *Galeopsis Tetrahit* L. à fleurs blanches ou purpurines, *Geranium Robertianum* L. à fleurs roses et blanches, etc.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Je suis heureux d'offrir à mon maître M. Gaston Bonnier, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, l'expression de ma plus vive reconnaissance pour la bienveillance et le dévouement qu'il n'a cessé de me prodiguer en dirigeant mes recherches. M. L. Dufour, directeur adjoint au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, m'a donné également de précieux conseils ; je tiens à lui exprimer toute ma gratitude.

EXPLICATION DES PLANCHES

LETTRES COMMUNES.

ag, assise génératrice.
b, bois.
bp, bois primaire.
bs, bois secondaire.
col, collenchyme.
cs, canaux sécréteurs.
cut, cuticule.
ec, écorce.
ei, épiderme de la face inférieure.
end, endoderme.
ep, épiderme.
es, épiderme de la face supérieure.
fp, fibres péricycliques.
lac, lacunes ou tissu lacuneux.
l, liber.
m, moelle.
m. scl, moelle scléritiée.
p, poils.
pal, palissades.
pm, zone périmédullaire.
rm, rayons médullaires.
scl, sclérenchyme.
st, stomates.

PLANCHE I

Fig. 1. — ***Ranunculus bulbosus***. Tige.
Fig. 2. — ***Ranunculus Duriæi***. Tige.
Fig. 3. — ***Ranunculus bulbosus***. Racine.
Fig. 4. — ***Ranunculus Duriæi***. Racine.
Fig. 5. — ***Parietaria diffusa***. Tige.
Fig. 6. — ***Parietaria erecta***. Tige.

PLANCHE II

Fig. 7. — ***Anemone Pulsatilla***. Tige.
Fig. 8. — ***Anemone Bogenhardtiana***. Tige.
Fig. 9. — ***Anemone rubra***. Tige.
Fig. 10. — ***Geranium Robertianum*** Tige.
Fig. 11. — ***Geranium purpureum***. Tige.
Fig. 12. — ***Ranunculus bulbosus***. Épiderme.
Fig. 13. — ***Ranunculus Duriæi***. Épiderme.

PLANCHE III

Fig. 14. — ***Helianthemum apenninum***. Tige.
Fig. 15. — ***Helianthemum velutinum***. Tige.
Fig. 16. — ***Lathyrus latifolius***, A. (Bords de la Seine) Pétiole. Face inférieure.
Fig. 17. — ***Lathyrus latifolius***, B. (Jardin botanique) Pétiole. Face inférieure.

Fig. 18. — *Thalictrum flavum.* Faisceau du pétiole.
Fig. 19. — *Thalictrum angustifolium.* Faisceau du pétiole.
Fig. 20. — *Thalictrum nigricans.* Faisceau concentrique du pétiole.

PLANCHE IV.

Fig. 21. — *Pistacia Terebinthus.* Schéma du pétiole.
Fig. 22. — *Pistacia Lentiscus.* Schéma du pétiole.
Fig. 23. — *Pistacia Saportæ.* Schéma du pétiole.
Fig. 24. — *Pistacia Terebinthus.* Limbe de la feuille.
Fig. 25. — *Pistacia Lentiscus.* Limbe de la feuille.
Fig. 26. — *Pistacia Saportæ.* Limbe de la feuille.
Fig. 27. — *Teucrium Scorodonia*, A. (Jardin botanique) Tige.
Fig. 28. — *Teucrium Scorodonia*, B. (Forêt de Fontainebleau) Tige.

RECHERCHES

SUR

QUELQUES ASPERGILLUS PATHOGÈNES

Par MM. COSTANTIN et LUCET

Le genre *Aspergillus* renferme un certain nombre d'espèces pathogènes qui ont déjà, depuis longtemps, été l'objet de recherches nombreuses et importantes. Parmi ces espèces, on doit signaler en première ligne l'*A. fumigatus*, qui produit des pseudo-tuberculoses chez beaucoup de Vertébrés, principalement des Oiseaux, et l'*A. flavus*, signalé à maintes reprises dans des cas d'otomycose. Ces Aspergillées sont donc intéressantes au point de vue de leur rôle dans les maladies du poumon et de l'oreille. Nous nous proposons, dans le présent travail, d'accroître la liste actuellement connue des *Aspergillus* pathogènes.

Les espèces signalées chez l'Homme et les Vertébrés supérieurs sont :

Aspergillus aviarius (cavité pleurale d'un Canari).
— *bronchialis* (bronches d'un diabétique).
— *flavus* = (?) *A. flavescens* (oreille, pathogène, fréquent).
— *fumigatus* (poumons, très pathogène, très commun).
Aspergillus Hageni (conduit auditif).
— *malignus* (oreille, pathogène pour le Lapin).
— *microsporus* (conduit auditif).
— *nigricans* ? (conduit auditif).
— *repens* (conduit auditif).
— *subfuscus* (pathogène pour le Lapin).

Les Champignons ainsi signalés sont nocifs, semble-t-il, à des degrés très divers et pour quelques-uns d'entre eux la preuve expérimentale de leur action nuisible n'a pas été donnée. Plu-

sieurs espèces parmi celles qui ont été signalées dans l'oreille peuvent n'y exister que très accidentellement, et il est très douteux que leur rôle soit véritablement pathogène (*A. repens*) ; cependant, par leur présence et leur développement, ces Champignons peuvent nuire au sens de l'audition. Certaines espèces n'ont été jusqu'ici mentionnées qu'une fois, et leur étude n'a été faite que d'une façon très incomplète et très superficielle : tel est le cas de l'*A. Hageni*, de l'*A. microsporus*, de l'*A. aviarius*, de l'*A. bronchialis*, etc. La définition botanique de plusieurs de ces espèces laisse beaucoup à désirer ; au contraire, pour d'autres dont la diagnose paraît assez caractéristique, c'est l'étude pathologique qui mériterait d'être examinée à nouveau.

Il est une remarque d'ailleurs plus générale à faire à ce propos. Ce n'est pas seulement pour les *Aspergillus* pathogènes que la question de détermination spécifique mérite d'être reprise, c'est pour beaucoup d'autres *Aspergillus*. Les descriptions données par les anciens auteurs sont loin d'être précises et toutes les études qui ont été faites dans ces derniers temps sur ce genre de questions montrent que des recherches culturales sont indispensables, non seulement pour pouvoir conserver les espèces, mais aussi pour les définir avec exactitude. Il est particulièrement à souhaiter que des études nouvelles soient faites dans cette direction, aussi bien pour les espèces pathogènes que pour celles qui sont susceptibles d'applications industrielles. Tout ce que l'on sait sur les *Aspergillus* de l'Extrême-Orient (*A. Oryzæ*, *A. Wentii*, *A. luchuensis*, *A. perniciosus*), laisse entrevoir que l'on aurait grand intérêt à mieux connaître les espèces anciennement distinguées. De grands efforts ont été faits dans cette direction ces temps derniers, notamment par M. Wehmer (1) qui a publié un travail très important d'ensemble après d'assez nombreuses notes séparées. Dans ce beau mémoire de revision concernant le genre *Aspergillus*, la ques-

1) Wehmer, *Bot. Zeit.*, 1891. — *Beiträge z. Kenntniss einheim. Pilze* II, Jena, 1895. — *Bericht. d. deutsch. bot. Gesellschaft*, 1891. — *Centralbl. f. Bakt.*, 1895, 1896, 1897, 1899. — *Abhandlungen des deutschen Seefischerei Vereins*, III, 1898. — *Chem. Zeit.*, 1895. — *Jahresber. d. Naturh. Ges. zu Hannover*, 1892. — *Die Pilzgattung Aspergillus in morphologischer physiologischer und systematischer Beziehung* (Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève, XXX_2, 159 p., 5 pl.).

tion des espèces pathogènes a été laissée de côté, ou à peu près ; aussi mérite-t-elle d'être reprise ici.

M. Wehmer adopte pour délimiter le genre *Aspergillus* une définition autre que celle ordinairement admise ; il nous paraît utile de dire d'abord, en quelques mots, pourquoi nous croyons devoir conserver ici l'ancienne délimitation de ce genre. Ce point est important à préciser, car nous éliminons par cela même de notre étude certaines espèces. En règle générale, les *Sterigmatocystis* ont une ampoule fructifère surmontée de basides portant des stérigmates, ou encore possèdent des stérigmates primaires surmontés de stigmates secondaires. Le genre *Aspergillus* est, au contraire, caractérisé par des stérigmates simples. M. Wehmer a récemment indiqué, à ce point de vue, des transitions entre les *Aspergillus* et les *Sterigmatocystis*. Certaines espèces peuvent avoir des stérigmates simples ou des stérigmates ramifiés (*A. candidus*, *Ostianus*, *spurius*, *ochraceus*). Ces variations peuvent être en relation avec la taille : les grands conidiophores de l'*A. candidus* possèdent des stérigmates ramifiés et les petits, des stérigmates simples ; les deux sortes de fructifications croissent d'ailleurs en mélange. Dans l'*A. Ostianus*, la ramification des stérigmates est exceptionnelle ; elle ne se produit que dans les cultures âgées. M. Wehmer dit « qu'il a renoncé à attribuer une grande importance à ce caractère et à séparer nettement les deux sections *Aspergillus* et *Sterigmatocystis* que l'on considère généralement comme deux genres différents ».

Malgré ces transitions, il semble cependant qu'il y a lieu de maintenir séparés deux genres non seulement caractérisés par des appareils conidiens dissemblables, mais aussi et surtout par des fruits ascoporés différents. Il paraît irrationnel, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, de réunir des plantes ayant des périthèces d'une Périsporiacée typique à membrane mince et irrégulièrement déhiscente (*Eurotium*) à d'autres possédant des fruits tuberculeux rappelant ceux des *Penicillium* ou des Truffes (*Sterigmatocystis*) (1).

(1) Ph. Van Tieghem, *Sur le développement de quelques Ascomycètes* (Bull. de la Soc. bot. de France, 1877, t. XXIV, p. 96, 167, 266).

Le cas de l'*A. flavus*, qui, d'après M. Wilhelm, aurait des sclérotes, mérite

Nous laissons donc de côté, dans notre étude, les espèces nuisibles rangées dans le genre *Sterigmatocystis*, que l'on considère souvent comme venant grossir la liste des espèces pathogènes groupées sous le nom d'*Aspergillus* : tel le *Sterigmatocystis nidulans* signalé par M. Siebenmann (1) dans deux cas d'otomycose ; tel aussi le *Sterigmatocystis nigra* Van Tieghem (*St. anticustica* Cramer) observé par Cramer pour la première fois dans l'oreille d'un sourd, que Fürbringer a cru retrouver dans le poumon d'un homme (peut-être était-ce l'*A. fumigatus* vieux), qu'Olsen a vu dans le pansement et sur la peau d'un malade ayant subi la résection de la hanche, qui a été indiqué enfin par Siebenmann dans l'oreille et par Goodall dans une otite du cheval (2).

A la liste des *Aspergillus* pathogènes que nous venons de donner plus haut, nous aurions à ajouter deux autres espèces si leur étude avait été mieux faite et si des noms leur avaient été donnés.

1° D'après MM. Tribondeau et Jeanselme (3), ce serait un *Aspergillus* qui produirait le *Tokelau*, cette dermatomycose singulière originaire de l'archipel malais, qui s'est propagée en Océanie, en Indo-Chine et au Yunnan. Le parasite a été désigné en 1895 par M. Blanchard sous le nom de *Trichophyton concentricum*, nom changé, en 1899, par M. Tribondeau en celui de *Lepidophyton*. Ce nom nouveau ne paraît pas davantage destiné à subsister si l'on tient compte des observations faites de filaments fertiles au milieu de filaments stériles ; les premiers sont d'ailleurs très

d'être signalé à ce propos ; mais d'une part ces sclérotes n'ont pas été revus ni par Siebenmann, ni par M. Wehmer ; d'autre part, il n'est pas prouvé qu'un sclérote est toujours une ébauche de fruit. Rien ne s'oppose *a priori* à ce qu'une espèce ait, à la fois, des sclérotes et des périthèces *Eurotium*.

(1) Siebenmann, *Die Schimmelmykosen des menschlichen Orhes*.

(2) Cramer, *Ueber eine neue Fadenpilzgattung im Ohr, Sterigmatocystis antacustica* (Viertel Jahreschrift d. natur. Ges., Zurich, 1859). — Olsen, *Eine durch einem im Lister'schen Verbande gewucherten Pilz verursachten Haut krankheit* (Norsk magazin for Laegvidenskaben, 1886, n° 4. Anal. in Viertelj. f. Dermatologie, 1886). — Gœdelst, *Les Champignons parasites* (Lamertin, Bruxelles). — Costantin et Lucet, *Sur le Sterig. pseudo-nigra* (Bull. de la Soc. mycolog., 1903, p. 33).

(3) Tribondeau, *Le Tokelau dans les possessions françaises du Pacifique oriental* (Arch. de médec. navale, t. LXXII, 1899, p. 5) — Jeanselme, *Le Tokelau dans l'Indo-Chine française* (C. R. de la Soc. de Biol., 1901, n° 5, p. 122).

rares au milieu des seconds qui abondent. Il reste, par cela même, des doutes sur la cause véritable de cette affection. En tous cas, les fructifications observées laissent reconnaître un *Aspergillus* qui se rapproche du *fumigatus* par sa tête en massue, ses stérigmates localisés en haut, mais qui a des conidiophores ramifiés. Malheureusement jusqu'ici toutes les cultures du Champignon sur milieux artificiels ont échoué, de sorte que la question de sa spécification botanique, comme celle de son rôle pathogène, restent ouvertes.

2° Un autre *Aspergillus* a été trouvé par M. Montoya y Florez (1) dans des dermatoses propres à l'Amérique, les *Caratés*, caractérisées par des pigmentations variées de la peau. Le Champignon qu'on y observe semble se rapprocher encore des espèces du groupe du *fumigatus*.

Passons maintenant à l'examen des *Aspergillus* les plus importants au point de vue médical, en commençant d'abord par l'*Aspergillus fumigatus* qui est d'ailleurs l'espèce la plus anciennement connue. A côté de cette espèce, se placent une série de types voisins dont les affinités sont plus ou moins grandes avec elle ; c'est surtout la connaissance de ces formes, dont plusieurs sont certainement nouvelles et bien caractérisées, que nous tenons à indiquer dans le présent travail.

CHAPITRE I

GROUPE DE L'ASPERGILLUS FUMIGATUS

Aspergillus fumigatus Fresenius.

Cette espèce a été anciennement entrevue, bien qu'elle n'ait été décrite qu'assez tardivement, en 1863, par Fresenius. Dès 1815, en effet, Mayer (2) signalait une moisissure verte dans le sac aérien d'un Geai. Depuis cette époque, le même Champignon a été observé dans les mêmes organes à maintes reprises :

(1) Montoya y Florez, *Recherches sur les Caratés de Colombie*. Paris, 1898.
(2) Mayer, *Verschimmelung in lebenden Körper* (Arch. f. Anat. und Phys. von Meckel, I, 310, 1815).

en 1816, chez le Cygne par Jäger; en 1826, sur la Cigogne par Heusinger; en 1837, sur le Corbeau par Thiele; en 1833, par Owen chez le Flamant; en 1841, par Rousseau et Serrurier sur la Perruche, la Poule et le Pigeon; en 1842, par Müller et Retzius (1) sur le *Strix nyctea*; en 1848, sur le Pluvier doré par Spring (2). Cette énumération un peu longue montre clairement combien cette affection des voies pulmonaires est répandue dans le groupe des Oiseaux. Les premières observations portèrent exclusivement sur ces animaux, mais, à partir de 1841, la recherche de la même matière fungique fut faite chez les Mammifères : trouvée d'abord sur le Cerf par Serrurier, elle fut enfin signalée chez l'Homme par Bennett en 1842.

Depuis ces études premières, les aspergilloses ont été l'objet de travaux très nombreux et très importants (3) ; elles se manifestent sous des formes très diverses : pneumomycoses; pseudo-tuberculoses graves, notamment chez les gaveurs de volailles; aspergilloses variées notamment rénale, cutanée, naso-pharyngée; kératomycose aspergillaire. L'expérimentation a d'ailleurs prouvé, par des inoculations diverses, le caractère intense et général de ces affections graves qui ont été l'objet de recherches générales approfondies de divers auteurs (Lucet, Rénon, Saxer, etc.) (4).

C'est surtout au point de vue mycologique et morphologique que nous examinerons l'*Aspergillus fumigatus* et les variations dont il est susceptible.

Les premiers observateurs qui se sont occupés des moisissures vertes des Oiseaux ont d'abord rapproché ces Champignons de la moisissure banale, l'*Aspergillus glaucus* (5) ; d'autres savants, moins initiés encore aux connaissances mycologiques, les rapprochèrent du *Mucor Mucedo* (6). Si cette dernière erreur a été

1) Müller und Retzius, *Ueber parasitisch. Bildung* (Archiv f. Anat. und Phys. von Müller, 1842, 192).

2) Spring (*Bull. de l'Acad. roy. des sciences de Belgique*, 1848, t. XV).

3) Travaux de Dieulafoy, Chantemesse et Widal, Lignières et Petit, Lucet, Ross et Ernst, Böström, Rénon, etc.

4) Lucet, *De l'aspergillose chez les animaux domestiques et dans les œufs en incubation*. Paris, 1897. — Rénon, *Étude sur l'aspergillose chez les animaux et l'homme*. Paris, 1897. — Saxer, *Pneumomycosis aspergillina*. Jena, 1900.

5) Robin, *Histoire des végétaux parasites*, 1853. Paris.

6) Sluyter, *De vegetalibus organismi animali parasitis*. Berolini, 1847.

assez rapidement reconnue, il n'en a pas été de même de la première qui a été longtemps l'origine de contradictions nombreuses entre les expérimentateurs (1) affirmant, les uns que l'inoculation (2) des spores d'*Aspergillus* est inoffensive (3), les autres qu'elle peut causer la mort (4); d'autres avaient même cru constater qu'une culture, d'abord non virulente, pouvait ultérieurement le devenir (5). Lichtheim dans un mémoire très remarquable fit connaître l'origine de toutes ces divergences d'opinion (6). Il cultiva purement l'*A. glaucus* d'une part et l'*A. fumigatus* de l'autre; il montra que le premier est inoffensif alors que le second tue le Lapin; quand on cultive à l'étuve le premier, à l'air et à 37°, la contamination par le *fumigatus* se produit spontanément et la culture impure, qui était primitivement non pathogène, le devient ultérieurement.

Ce travail mettait en lumière un point qui intéresse particulièrement les botanistes, c'est que le problème de la spécification des espèces pathogènes est loin d'être une question sans impor-

(1) Grawitz, Koch et Gaffky, Baumgarten et Müller, Kaufmann.

(2) C'est Grohe et Block qui ont réalisé les premiers l'aspergillose expérimentale. — Grohe, *Experimente über die Injection der Pilzsporen v. Aspergillus glaucus und Penicillium glaucum in die serösen Säcke* (Berl. kl. Wochensch., 1870, nº 1). — Block, *Beitrag zur Kenntniss der Pilzbildung in der Geweben des thierischen Organismus*. Thèse Stettin, 1870.

(3) Grawitz reprit, de 1877 à 1880, les résultats de Grohe et Block. Il injecta à des Lapins et à des Chiens, dans la carotide, des spores de *Penicillium glaucum, Asp. glaucus, niger, Mucor Mucedo, stolonifer, racemosus, Oidium lactis, albicans*, Levures, *Botrytis Bassiana*. Sur 200 expériences, pas un animal ne mourut. Grawitz, *Beiträge zur systematischen Botanik des Pflanzen Parasiten* (Virchow's Archiv, 1877, t. LXX, p. 546). — *Ueber Schimmel vegetat. im thierischen Organismus* (*Id.*, 1880, t. LXXXI, p. 355).

(4) Koch und Gaffky (*Mitth. aus dem Kaiserl. Gesundamtes*, 1881) ont affirmé que le *Penicillium glaucum* est toujours inoffensif, l'*Asp. glaucus* toujours pathogène, quelle que soit la température.

(5) Grawitz avait cru constater qu'en cultivant l'*A. glaucus*, en milieu alcalin et à la température du corps, les cultures devenaient progressivement virulentes. Selon Koch et Gaffky, les résultats de Grawitz s'expliquent parce que ses cultures étaient impures. — Baumgarten und Müller, *Versuche über accommodative Züchtung von Schimmelpilze* (Berlin. Klin. Wochensch., 1882, nº 32). Kaufmann (*Lyon médical*, nºs 4 et 10) arrivaient aux mêmes conclusions. Ce dernier affirmait que l'*A. niger* pousse à 15°, l'*A. glaucus* seulement à 38°-39°, alors que c'est l'inverse. Selon Kaufmann, les cultures à haute température de Grawitz étaient bien de l'*A. glaucus* virulent; mais, à basse température, l'*A. niger* inoffensif remplaçait peu à peu le *glaucus*. (Cette explication était fondée sur la méconnaissance complète des propriétés du *Sterigmatocystis nigra* qui pousse très bien à 37°, comme l'a montré Raulin.)

(6) Lichtheim, *Berlin Klin. Wochensch.*, 1882.

tance comme l'ont cru pendant longtemps les médecins. Il est du plus grand intérêt pour eux de regarder de très près ces questions qui, dans certains cas, peuvent être fondamentales.

Non seulement on a longtemps confondu l'A. *glaucus* avec l'A. *fumigatus* parce qu'ils sont tous les deux verts au début, mais on a confondu aussi le *fumigatus* avec un *Aspergillus* noir parce qu'à la fin de la culture il prend une couleur gris cendré, fuligineux et noirâtre. Or seul le *Sterigmatocystis nigra* est vraiment noir; comme il est établi actuellement qu'il n'est pas pathogène, il est probable que c'est encore de l'A. *fumigatus* qu'il s'agissait ici.

Siebenmann (1), qui a fait une étude mycologique soignée et attentive des Champignons qui se développent dans l'oreille, mentionne l'A. *fumigatus* comme très fréquent (16 cas sur 36 observés par lui, soit 44 p. 100) et l'assimile à l'*A. nigrescens* de Robin.

Cette dernière pseudo-espèce présente beaucoup d'ambiguïté; elle a été observée sur le Faisan et présentait un mycélium *noueux* (caractère trouvé d'ailleurs récemment par Blumentritt dans une espèce voisine, l'*A. bronchialis*), des conidiophores *cloisonnés*, caractères non signalés par Fresenius, le créateur de l'espèce *fumigatus*; Robin n'indique pas enfin la localisation des stérigmates à la partie supérieure de l'ampoule fructifère.

La teinte des spores prête également au doute, car Robin les donne comme « noires ou d'un gris noir quand elles sont accumulées et vues à l'aide de la lumière réfléchie; elles sont d'un brun clair teintées de jaune sous le microscope ».

Champignon type de Fresenius. — Le Champignon étudié par Fresenius, qui a servi de type et qui correspond à sa description, lui a été fourni par Virchow et Pagenstecher et venait d'un poumon humain; peu de temps avant, il avait déjà eu l'occasion d'observer sur un *Otis tarda* du jardin zoologique de Francfort, un autre Champignon qui lui avait été envoyé par le Dr Weinland. Ces deux moisissures lui parurent très voisines de celles décrites antérieurement d'un côté par Virchow (2) et de l'autre par Robin sous le nom de *nigrescens*, au moins par l'analogie du substra-

(1) *Loc. cit.*
(2) *Arch. f. pathol. Anat.*, Bd IX, Heft 4.

tum nourricier puisqu'il s'agissait de « productions morbides tapissant les sacs aériens d'un oiseau ». Il remarque cependant que sa plante (*A. fumigatus*) se distingue du *nigrescens* : 1° par ses spores verdâtres (celles du *nigrescens* étant qualifiées de « opacofusca vel nigra » ; 2° par ses conidiophores non cloisonnés.

Voici la diagnose de Fresenius :

Mycélium ramifié, rarement cloisonné, incolore. Filaments sporifères *épaissis progressivement vers le haut en massue* en une tête arrondie après l'enlèvement des spores, atteignant 16 μ à 30 μ ; au-dessous de la tête gris de fumée (par lumière transmise sous l'eau), le filament est non cloisonné, ou possède quelquefois, mais rarement une cloison à la base ou dans le milieu.

Ramification des hyphes fructifères rare (il n'a pas observé un cas aussi remarquable que celui observé par Virchow). Stérigmates allongés, localisés à la partie supérieure de la tête qui est d'une couleur sépia brun. Spores 2 μ,5 rondes, simples, lisses, verdâtres. Hauteur des filaments fructifères avec la tête sans les spores était de 166 μ à 333 μ ; dans la forme de l'*Otis tarda*, les filaments avaient de 250 μ à 333 μ.

Il semble, d'après ces dernières remarques, que Fresenius a entrevu la possibilité de l'existence de quelques variétés de cet *Aspergillus fumigatus* : certaines étant plus ou moins hautes ; d'autres plus ou moins ramifiées dans leur pédoncule fructifère.

Ces variétés, nous les avons rencontrées également avec un degré de fixité tout à fait remarquable. Nous allons décrire d'abord les caractères des formes types, puis nous examinerons ensuite les formes aberrantes dont certaines sont en culture déjà depuis plusieurs années.

Caractères culturaux. — L'*Aspergillus fumigatus* que nous avons eu l'occasion d'observer s'accordait bien, par l'ensemble de ses caractères, avec l'espèce définie par Fresenius.

La moisissure forme en culture sur milieu solide (carotte) un gazon très bas, colorant uniformément le substratum d'un vert bleu glauque déjà un peu foncé.

Cette teinte n'est pas sans présenter une ressemblance avec

celle du *Penicillium glaucum*, mais elle se fonce notablement en vieillissant et devient olive cendré, olive grisâtre, gris de fumée. A la partie inférieure du tube de culture, là où le Champignon est au contact du milieu de culture, on aperçoit la couleur du mycélium qui est crème jaunâtre. Le gazon bas se distingue de celui du *Penicillium*, parce qu'il est ici plus granuleux. On a pu dire avec juste raison, que l'*Aspergillus fumigatus* était le plus délicat et un des plus petits parmi les Champignons du groupe des Aspergillées se développant dans l'oreille (1).

Caractères microscopiques. — Le Champignon étudié par nous avait un support conidifère court qui était bien en rapport avec l'aspect extérieur et avec ce que l'on savait : certains échantillons avaient 310 μ de long (100-300 μ d'après Wehmer). Il est à remarquer que le pied est souvent tortillé, il n'est pas cloisonné, il se renfle légèrement et progressivement de bas en haut ; l'épaisseur, à la base, est de 5 à 6 μ (mêmes nombres d'après Wehmer) et le diamètre augmente sans interruption jusqu'à la partie supérieure qui est la tête ; mais ici la tête en général n'est pas nettement distincte ; elle est simplement la partie supérieure élargie en massue qui se trouve en haut du pied ; cependant, dans quelques cas, la tête est une sphère assez accusée se confondant dans sa moitié inférieure avec le haut du pied. La largeur de la tête est de 36 μ très fréquemment (30-40 μ d'après Wehmer), la tête sphérique citée plus haut mesurait 33 μ. Ce sont là les capitules normaux, mais on peut en observer de plus grêles ; un notamment qui, malgré sa petitesse, était couvert de stérigmates, atteignait seulement 13 μ de diamètre.

La couleur de la tête et du haut du pied, sur une longueur assez grande (de près de 100 μ) apparaît au microscope comme cendré olivâtre ; cette teinte très caractéristique avait déjà été signalée par Fresenius ; elle s'étend sur une grande longueur. Un autre trait caractéristique de cette espèce si bien définie est relatif à la position des stérigmates : le plus ordinairement ils ne garnissent que le haut du renflement en massue, de sorte que leur ensemble donne l'impression d'un petit chapeau qui couvrirait seulement le sommet d'une tête. Sur le haut de

(1) Siebenmann, *loc. cit.*, p. 5.

cette tête, les stérigmates sont orientés radiairement, mais sur le bord ils ne suivent plus tout à fait la direction du rayon et paraissent légèrement relevés. Sur quelques têtes fructifères, la zone des stérigmates s'étend un peu plus : par exemple, quand la tête est plus accusée comme une sphère, les stérigmates couvrent l'hémisphère supérieur à peu près complètement ; là encore, les stérigmates inférieurs ne sont pas orientés suivant la direction du rayon horizontal, mais ils sont également un peu relevés vers le haut. Les stérigmates sont fortement colorés dans leur ensemble et d'une teinte olivâtre sombre ; leur longueur est de $7^{\mu},5$ en moyenne (6-15 μ d'après Wehmer). Les conidies sont rondes, petites, mesurant $2^{\mu},5$ à 3 μ (2-3 μ d'après Wehmer) ; isolées, elles sont de couleur pâle, mais quand elles sont rapprochées les unes sur les autres, elles ont une légère nuance verdâtre.

L'appareil conidial est, jusqu'ici, le seul appareil connu. On n'a pas observé de sclérotes. M. Siebenmann seul dit qu'il a pu constater quelquefois, sur des cultures pures, l'existence de petites boules régulières, brunes, dont le diamètre variait de 17 μ,5 à 25 μ ; l'enveloppe de ces petites masses est formée de plaques polyédriques dont les lignes d'union forment des côtés ayant des bosses. M. Siebenmann prétend que ces organes sont peut-être des appareils fructifères enkystés. Mais la démonstration de ce fait n'a pas été donnée. Nous n'avons pas observé de pareilles formations.

Fruits ascosporés. — Jamais dans les cultures faites depuis de longues années nous n'avons observé de périthèces. On peut donc admettre que l'*Aspergillus fumigatus* type, pathogène, n'en produit pas. Cependant M. Behrens (1) en a rencontré sur des feuilles de Tabac. Ces fruits étaient tout à fait analogues à ceux de l'*A. glaucus*, sphériques, jaunes (75-80 μ) avec des asques contenant huit spores. L'auteur n'indique pas qu'il ait fait des inoculations de cet *Aspergillus*.

Habitat spontané. — Nous venons de signaler la présence de l'*Aspergillus fumigatus* sur le Tabac, mais il semble croître sur nombre d'autres plantes, puisque Rénon et Lucet, entre autres,

(1) Behrens, *Ueber bemerkenswerthes Vorkommen und Perithecien von A. fumigatus* (Centralblatt f. Bakter., 1892, XI, n 11).

l'ont isolé facilement et couramment en mettant en culture des poussières provenant de fourrages et graminées (Luzerne, Sainfoin, Blé, Avoine, Orge (1), etc.).

Températures critiques. — C'est à 15° seulement que l'*Asp. fumigatus* commence à se cultiver; à 18°, il pousse très lentement; à 20°, la culture insignifiante forme une couche grise; à 23°, il végète encore mal, mais prend de la vigueur peu à peu; à 25°, il pousse bien; à 40-41°, il forme dès la quatorzième ou la quinzième heure une couche duveteuse blanche, et, en vingt-quatre heures, on a de belles cultures fructifiées; à 50°, il pousse encore assez bien et cesse de se cultiver généralement vers 54-55°; parfois cependant, à cette température, on obtient une culture faible, grisâtre, rase, d'aspect lichénoïde au bout de trois jours, et le lendemain, la culture est grise, d'aspect chétif, mais ces cultures sont inconstantes et on peut adopter 55° comme température maximum à laquelle il pousse, bien que Rénon déclare avoir obtenu des cultures à 60°.

Milieu acide ou alcalin. — Dans les cultures sur pomme de terre acidifiée avec l'acide lactique, l'*A. fumigatus* souffre à 4 p. 100 d'acide et ne pousse plus avec 5 p. 100. Le même milieu étant alcalinisé avec du carbonate de soude, le Champignon pousse bien tant qu'il y en a moins de 9 p. 100; à partir de là, la croissance diminue, il végète encore avec 11 p. 100.

Variétés se rattachant au stirpe fumigatus.

Races n° 1 et n° 2.

Nous désignerons ces deux races par des numéros, car elles sont extrêmement voisines et se distinguent surtout par des caractères culturaux d'importance faible, semble-t-il, mais de constance surprenante après plusieurs années de culture.

Caractères culturaux ou d'aspect extérieur.

Ces différences se manifestent sur les milieux les plus divers.

1) Cohn avait déjà attribué la haute température du malt et des drèches entassées à l'*A. fumigatus*. — Cohn, *Ueber Warmeerzeugung durch Schimmelpilze und Bakterien* (Vortrag gehalten in der Wandversammlung der schles. Ges. f. vaterl. Kultur. in Brieg).

I. Sur *gélose* en milieu I de composition suivante :

Eau	100
Peptone	1
Glucose	4
Glycérine	3
Gélose	2

On remarque les variations suivantes à 37°, au bout de quarante-huit heures.

Race n° 1 : couche peu abondante, ondulée, peu riche en mycélium dressé, sèche ; quelques parties très légèrement teintées de vert pâle, le reste blanc grisâtre.

Race n° 2 : couche blanche, ouatée, à mycélium long, bien fourni, légèrement nuancé de vert.

Au bout du troisième jour :

Race n° 1 : couche plissée, vert grisâtre.

Race n° 2 : couche ouatée plane, blanche ou verdâtre pâle.

Au bout du quatrième jour :

Race n° 1 : couche sèche bosselée, blanc verdâtre ou grisâtre.

Race n° 2 : couche ouatée superbe, vert bleu fumé pâle.

II. Sur *liquide de Raulin* à 37°.

Au bout du quatrième jour :

Race n° 1 : flocons de mycélium immergé ; couche superficielle mince sèche, relativement peu abondante et ne couvrant pas toute la surface du bouillon, irrégulière, bosselée, présentant des monts et des vallées, très tourmentée.

Race n° 2 : superbe couche épaisse, sèche en dessous, veloutée en dessus, blanc de neige, sans mycélium immergé.

Au bout du cinquième jour :

Race n° 1 : couche mamelonnée, ridée, mycélium très court, blanc nuancé de vert tendre.

Race n° 2 : comme le quatrième jour, mais nuancée de vert foncé, de vert grisâtre fumé.

III. Sur *gélose* en milieu II ayant la constitution suivante :

Eau	100
Peptone	1
Sulfate d'ammoniaque	0,40
Phosphate monobasique potassique	0,10
Sulfate de magnésie	0,01
Glucose	5,0
Glycérine	2,0
Gélose	2,0

Les cultures faites sur ce milieu à 37° ont donné les résultats suivants :

Race n° 1 : en vingt-quatre heures, développement peu accusé, un peu de mycélium faisant des taches grises.

Race n° 2 : en vingt-quatre heures, belle couche blanche immaculée, légèrement ouatée, un peu plissée.

En quarante-huit heures :

Race n° 1 : couche mince, peu fournie, mycélium court, aspect grisâtre, transparent par suite de la minceur de la couche basale.

Race n° 2 : culture blanche, ouatée, irrégulière sur les bords qui se soulèvent.

Race n° 1 : en trois jours, couche légèrement plissée, rase, sèche, grise ou gris blanchâtre.

Race n° 2 : en trois jours, superbe couche blanche ouatée.

IV. En milieu II *liquide* (par suppression de la gélose), au bout de quatre jours.

Race n° 1 : ressemble beaucoup au *fumigatus* type, mais teinte plus foncée, plus noire. Couche mycélienne plus épaisse avec bords se retournant sur les parois du vase et montrant un liséré blanc. Mycélium assez long.

Race n° 2 : belle couche ouatée blanche prenant par places une légère teinte vert pâle à peine accusée.

V. Cultures sur *gélose* en milieu III présentant la constitution suivante :

Eau	100
Peptone	1,0
Sulfate d'ammoniaque	0,50
Phosphate monobasique potassique	0,25
Sulfate de magnésie	0,025
Carbonate de soude	0,50
Glucose	5,0
Gélose	2,0

Au bout de deux jours.

Race n° 1 : légère couche blanche, sèche.

Race n° 2 : couche ouatée blanche.

VI. *Sur pomme de terre ordinaire*, à la température de 37°.

Race n° 1 : en vingt-quatre heures, légère couche blanche à mycélium court ; poussant moins vite que le *fumigatus* type.

Quarante-huit heures. La culture couvre entièrement une

face de la pomme et s'est étendue sur deux autres faces latérales. Blanche, mate, crayeuse dans la plus grande partie, elle est dans quelques points centraux vert pâle, vert tendre. Par places, le mycélium un peu plus long a l'aspect d'une étoffe effilochée ou d'un gazon tondu.

En vieillissant, la culture devient tomenteuse à mycélium enchevêtré. Sa teinte verte diminue, se ternit, devient grisâtre, vert jaunâtre par places, puis plus grise, pour devenir entièrement grise, gris marron ou noirâtre clair, fumée, d'aspect mal défini, sale.

Dans une autre culture.

Aspect général tomenteux. D'abord d'un vert tendre, vert bleuâtre, puis plus foncé et grisonnant ensuite. Plus tard encore, cette teinte varie et forme un mélange mal défini de vert fumé, de gris nuancé de jaune avec, par places, quelques touffes blanches. En restant à l'étuve, la culture se dessèche et prend dans certains cas une teinte générale marron, ou jaune marron, ou marron verdâtre, d'aspect terne, sale. En somme, teinte amalgamée et loin d'être uniforme.

Race n° 2 : en vingt-quatre heures, plaque blanche bien développée formée par un mycélium assez long ; aspect doux, épais, ouaté.

En quarante-huit heures, la culture qui s'est étendue, est ouatée, d'un blanc pur.

Le cinquième jour, la culture forme un beau manchon ouaté fourré, d'aspect doux, velouté, d'un beau blanc, sur lequel apparaissent quelques taches verdâtres.

Vers le huitième ou neuvième jour, cette teinte verte s'accroît, s'accentue par places, devient plus générale, bien que cependant le blanc domine et que l'ensemble de la culture reste blanc nuancé de vert tendre. Culture à plein tube.

Un peu plus tard (11e jour), le vert disparaît et fait place à une teinte grise peu foncée et irrégulièrement répartie, existant surtout là où la couche feutrée, qui est très abondante, ne touche pas le tube de culture, là où il y a un peu d'air.

Dans les tubes étranglés, la culture gagne l'étranglement et le traverse, ce qui n'existe guère pour l'*Aspergillus* n° 1 et ce qui est dû à la longueur du mycélium fortement feutré. Quelquefois

ce mycélium rejoint le liquide de condensation du bas, s'y développe, remplit l'espace vide d'un manchon ouaté blanc, puis vert et finalement légèrement gris.



Fig. 1. — *Aspergillus fumigatus*, race n° 1. Le mycélium ne s'étend pas dans le compartiment inférieur du tube.



Fig. 2. — *Aspergillus fumigatus*, race n° 2. Le mycélium s'étend dans le compartiment inférieur du tube.

Autres cultures sur pomme de terre. Troisième jour.

Race n° 1 : donne un peu de mycélium secondaire blanc par places. La teinte verte générale diminue, devient glauque, jaunâtre, sale.

Race n° 2 : beau manchon blanc, à plein tube, mycélium très long.

En résumé : Race n° 1 : culture moins abondante, à mycélium moins long, aspect tomenteux, vert d'abord, puis vert fumé mélangé de marron, de jaune et de gris, teinte sale.

Race n° 2 : belle culture, à plein tube, ouatée, d'un beau blanc, verte, puis fumée. Teinte uniforme bien définie.

VII. Cultures sur *carotte*, à la température ordinaire du laboratoire en été.

Race n° 1 : milieu rapidement envahi par un *gazon bas*, entièrement et uniformément fructifié du haut en bas et sans parties stériles blanches : tout le substratum est uniformément d'un *vert foncé* ou vert olive.

Race n° 2 : on observe encore ici, comme dans le premier cas,

un gazon bas et une teinte uniforme d'un *vert foncé*, mais la surface de ce substratum est moins régulière, elle est plus mamelonnée et de place en place on aperçoit des *touffes blanches*; ce sont des points où le mycélium subsiste sans fructifications ; quelquefois ceci se manifeste au sommet et on a une culture à toupet de flocons blancs. La puissance végétative de cette race est évidemment plus grande que celle de la première.

Depuis trois années, les différences que nous venons de signaler se sont maintenues avec une grande constance. Il s'agit donc bien de races nouvelles.

Bien différenciées déjà sur la pomme de terre, ces races restent nettement différentes et d'une manière plus accusée sur la gélose additionnée des trois milieux artificiels que nous venons d'indiquer. Elles se sont toujours montrées assez nettes pour permettre de les distinguer à première vue.

Ces différences se manifestent sur les photographies jointes à cette note (fig. 1 et 2). Alors que l'*Aspergillus* n° 2 a poussé à plein tube un mycélium long envahissant la partie inférieure du tube de culture, blanc d'abord, puis vert, l'*Aspergillus* n° 1 a donné un mycélium plus court, laissant voir la forme de la pomme de terre et de teinte verte, jaunâtre, mal définie et bien spécial n'envahissant pas le compartiment inférieur du tube.

VIII. Sur pommes de terre acides (par un séjour de vingt-quatre heures dans une solution d'acide lactique), la culture de l'*Asp.* n° 1 cesse à 5 p. 100; pour l'*Asp.* n° 2, à cette dose, il se manifeste encore sous forme de quelques brins mycéliens.

IX. Sur pommes de terre alcalinisées avec du carbonate de soude, les cultures cessent vers 11 p. 100, titre auquel elles ne donnent lieu qu'à une légère efflorescence de mycélium blanc sans caractère. Quelquefois cependant l'A. n° 2 a poussé jusqu'à 12 p. 100.

Caractères microscopiques des fructifications. — Race n° 1. Pédicelle fructifère long et grêle, flexueux mais non ondulé. Voici quelques mesures faites sur ce type : longueur du pédicelle ou conidiophore 205 μ, 246 μ, 325 μ, 390 μ ; largeur du pédicelle en haut $6^{\mu},15$, en bas $4^{\mu},92$; autre largeur du pied $8^{\mu},2$; ampoule fructifère $11^{\mu},48$, $20^{\mu},5$, $13^{\mu},12$; stérigmates $6^{\mu},15$; spores, $3^{\mu},28$.

Race n° 2. Pédicelle fructifère long et grêle. Longueur du pédicelle ou conidiophore : 287 μ, 360 μ ; largeur du pied 4 à 8 μ ; ampoule fructifère 15 μ, 16μ,4, 24μ,6 ; stérigmates 5 μ ; spores 3 μ.

Les *caractères microscopiques sont donc les mêmes*. Ces deux types se distinguent par l'aspect *grêle* (pl. V, fig. 1 à 7) de leurs fructifications qui sont *fortement cutinisées* ; au microscope, le *haut des filaments est vert olivâtre foncé*, très accusé ; les membranes sont épaisses, assez rigides. Il n'y a pour ainsi dire jamais de cloison au pied. Ces caractères se retrouvent aussi bien pour l'*Asp.* n° 1 que pour l'*Asp.* n° 2. Dans le premier, les spores sont peut-être plus fortement colorées en olive foncé quand elles sont agglomérées sous le microscope. La cutinisation qui part de l'ampoule fructifère et qui s'étend au haut du pied se manifeste sur une longueur assez grande qui peut être de 60 μ par exemple dans les deux cas.

Températures critiques. — L'*Aspergillus* n° 1 ne peut plus être cultivé à 52°, l'*Aspergillus* n° 2 à 53° et tous deux ne poussent pas au-dessous de 15°.

Habitat. — Ils ont été trouvés tous deux en mettant en culture des poussières provenant de pailles, de fourrages et d'avoine.

Caractères pathologiques. — Race n° 1. — 1° Un *Lapin* est inoculé dans les veines le 18 octobre 1903 ; mort le 2 novembre. — Lésions du foie, du poumon et surtout des reins où les tubercules sont énormes et saillants. Dans le foie, ils sont plus petits ; dans le poumon, il existe surtout un pointillé ecchymotique. Tous ces organes sont hypertrophiés.

2° Une *Poule* inoculée le même jour, meurt le 2 novembre. — Le foie, la rate sont énormes, remplis de taches ecchymotiques et sans tubercules apparents. Le cœur est très gros. Les reins montrent quelques petits tubercules.

3° Un *Lapin* est inoculé le 10 décembre 1903, il meurt le 15.

4° Un autre *Lapin* est inoculé le 2 janvier 1904, il meurt le 9. Tous deux présentent les mêmes lésions.

Race n° 2. — 1° Le 3 novembre 1903, un *Lapin* est inoculé, il meurt le 6. — Petits et nombreux tubercules blancs du rein, saillants sous la séreuse. Tubercules du poumon. Foie volumineux, avec une infinité de très petits tubercules.

2° Le 15 novembre, un *Lapin* est inoculé; mort le 19. — Tubercules dans les reins, le foie, les masses musculaires, les cuisses, les psoas, les parois ventrales et le diaphragme; rate congestionnée, sans tubercules; poumons de même.

3° Le même jour, inoculation d'une *Poule*, morte le 18. — Foie énorme, jaune, friable, rate hypertrophiée; reins hypertrophiés; dans le foie, très nombreux petits tubercules d'une grosseur de tête d'épingle, gris, à peine saillants.

En résumé, les différences entres ces deux races sont très faibles, mais leur degré de constance les rend dignes de remarque. Elles offrent de l'intérêt justement parce que les divergences sont très légères; il n'y a pas de doute qu'il s'agisse de formes qui dérivent l'une de l'autre ou d'un même ancêtre.

A côté de ces deux premières races que nous ne croyons pas devoir nommer, il est un troisième type qui nous semble plus distinct par ses caractères microscopiques et que nous désignerons sous le nom de *Lignieresi*, en souvenir du vétérinaire qui l'a récolté.

Aspergillus Lignieresi nov. sp.

Cet *Aspergillus* vient de Buenos-Ayres où il a été trouvé par le Professeur Lignières dans le poumon d'un Pingouin. Il est pathogène pour le Lapin et la Poule. M. Lignières, qui le croit plus près de l'*Asp. bronchialis* que de l'*Asp. fumigatus*, l'a envoyé à l'un de nous pour contrôle et détermination.

Caractères culturaux ou extérieurs. — I. Sur *pomme de terre.* — A 37°, au bout de vingt-quatre heures, culture abondante plissée, à mycélium ras, gris blanchâtre; les jours suivants, la coloration grise s'accentue, devient verte; puis à partir du quatrième jour, peu à peu cette teinte augmente et successivement passe du vert bleuâtre au vert foncé; plus tard, elle grisonne, et devient vert foncé.

II. Sur *milieu I gélosé.* — La culture, légèrement plissée, devient peu à peu verdâtre. Cette teinte s'accuse ensuite tout en restant relativement claire.

III. Sur *milieu II gélosé*. — Davantage plissée, la culture reste blanche.

IV. Sur *milieu III gélosé*. — Plus plane, la culture prend en vieillissant une coloration plus foncée, plus noire, parfois marron.

V. Sur *carotte*. — Le Champignon envahit rapidement *tout* le substratum et fructifie *rapidement* et abondamment *au ras* de la partie solide (plus bas que le gazon de la race n° 1). La rapidité du développement est frappante : dans des cultures de la race n° 1 de huit jours le gazon est encore blanc, très légèrement teinté de vert pâle, la fructification débute et va tout envahir; dans les cultures du *Ligniersi*, la teinte vert bleu gris est déjà obtenue. On ne voit le mycélium nulle part.

Caractères microscopiques. — La cutinisation des conidiophores ne se produit pas, il n'y a que le *haut de la tête* qui se colore en olive foncé; le pied est très long, *régulièrement épais et ferme*, à *membrane uniformément épaisse*, de sorte que jusqu'en bas du pied on distingue un double contour à la paroi; la diminution de diamètre du pied n'existe presque pas en haut et en bas (pl. V, fig. 18 et 23); presque brusquement, on passe de l'ampoule cutinisée dans le haut à la partie non cutinisée en dessous dans la moitié inférieure.

Le pied est souvent *ondulé*, *non cloisonné* (fig. 18 et 23). Le mycélium sur lequel s'insèrent les conidiophores est également à membrane épaisse, *à double contour*; ce mycélium est tortillé irrégulièrement, bourgeonnant (fig. 19, 20, 22). Tous ces filaments enchevêtrés, agglomérés les uns dans les autres, présentent un aspect très spécial et c'est de ces masses bourgeonnantes que partent les conidiophores (fig. 22). Le mycélium sous-jacent est très fin et très peu apparent.

Dimensions. — Conidiophores 180-230 $\mu \times$ 6-8 μ; tout à fait en bas, le pied peut avoir $4^{\mu},5$; ampoule fructifère 24 μ; stigmates 6 μ; spores $2^{\mu},4$ à 3 μ.

Caractères pathologiques. — I. *Lapin* n° 1, inoculé le 18 juillet dans les veines; mort dans la nuit du 21-22 juillet 1905 (autopsie à huit heures du matin). Envahissement général de tout l'organisme. Tubercules gris sous la peau, sur la tunique abdominale, sous le péritoine, dans les muscles où ils sont espacés.

Cavité abdominale : quelques tubercules sur le gros intestin. Le foie, envahi en masse, est très hypertrophié ; les tubercules ont une vague teinte blanchâtre ; dégénérescence plus accusée sur la face diaphragmatique et moins autour de la scissure du foie où on n'observe que des taches hémorrhagiques. La rate, très envahie, se déchire avec la plus grande facilité ; sa pulpe contient beaucoup de tubercules très serrés et d'un volume d'une grosse tête d'épingle.

Cavité thoracique. Quelques tubercules pleuraux. Le poumon, qui a conservé toute sa souplesse, présente de nombreux tubercules gris de dimensions variables, les uns à peine perceptibles, les autres gros comme des têtes d'épingle.

Les reins sont dégénérés, blanchâtres et présentent de nombreux tubercules gris.

II. *Lapin* n° 2, inoculé le 18 juillet dans les veines ; mort dans la nuit du 21 au 22 juillet 1905 (autopsie à huit heures du matin). Tuberculisation encore plus accusée. Les lésions du foie ont amené de l'ictère ; cet organe a perdu sa teinte normale, il est complètement blanc. Dans le poumon, la tuberculisation est plus intense ; il y a de nombreux foyers hémorrhagiques ; par places, on remarque des taches blanchâtres formées d'amas de tubercules.

III. *Poule*, inoculée le 18 juillet dans les veines ; morte le 20 juillet vers midi (autopsie une heure après la mort). Pas de lésions microscopiques, sauf dans le poumon ; celui-ci est parsemé de tubercules miliaires d'un demi-millimètre de diamètre ; les uns sont gris, les autres translucides ; ce sont les premiers qui prédominent. Le foie semble légèrement hypertrophié.

Températures critiques. — Le Champignon commence à bien pousser à 15°, à 18° ; il fournit rapidement une belle couche verte abondamment fructifiée. Il cesse de se cultiver à 53°.

Il est enfin une autre forme qui, bien que très voisine également de l'*Aspergillus fumigatus*, semble cependant de prime abord en être nettement distincte, toutefois nous la classerons dans ce groupe d'espèces affines (stirpe *fumigatus*) que nous étudions. Nous la regardons comme nouvelle et nous proposons de la désigner sous le nom d'*Aspergillus virido-griseus*.

Aspergillus virido-griseus nov. sp.

Caractères culturaux. — Le Champignon n'envahit jamais toute la surface de la carotte, il constitue une masse *floconneuse, irrégulièrement colorée*, jamais un gazon ras ; en certaines places, la teinte est blanche (au bout de deux mois), ailleurs grise ou gris-crème ; enfin, là où la fructification se produit, la coloration devient *blanc verdâtre*, *gris verdâtre*, puis verdâtre plus net, mais *jamais vert noirâtre*, toujours *vert clair*.

Cet *Aspergillus* pousse sur pomme de terre acide à 5 p. 100 et sur pomme alcaline à 11 p. 100.

Caractères microscopiques. — Les pédicelles fructifères sont *gros*, à membrane restant mince (pl. V, fig. 12), aussi les pieds sont-ils fréquemment *ondulés* ; leur *cutinisation* est *faible* ou tardive (fig. 12 et 13), et souvent ce n'est que la tête qui a une légère teinte vert d'eau ; dans les échantillons fructifiés depuis longtemps, l'ampoule fructifère et le haut du pied peuvent être cependant fortement cutinisés, mais malgré la teinte vert pâle du bas du pied, il est peu rigide, ondulé, bosselé, irrégulièrement épaissi (fig. 14). Les *cloisonnements* sont *fréquents* dans le pied (fig. 8, 11, 14). La ramification du conidiophore peut se produire non pas très fréquemment mais cependant d'une manière notable (fig. 8 et 13).

Les stérigmates sont toujours groupés à la partie supérieure de l'ampoule et l'on peut voir en les examinant de face qu'ils sont groupés sur des lignes courbes (fig. 8, 9 et 11) ; ces stérigmates sont élargis à la base, terminés en pointe.

On peut observer, au milieu des gros conidiophores, quelques-uns beaucoup plus grêles, mais en petit nombre (fig. 16) ; ils sont d'ailleurs plus fortement cutinisés que les autres (olivâtre foncé), rigides et non cloisonnés ; les stérigmates y sont relativement beaucoup plus longs sur ces ampoules. En somme, ces petites fructifications rappellent tout à fait celles qui existent presque uniquement dans les races n°s 1 et 2 de l'*A. fumigatus*.

Dimensions. — Conidiophore 400-620 μ ; ampoule fructifère 25-36 μ ; stérigmates 5 μ ; largeur du pied au-dessous de l'ampoule 15-20 μ ; largeur du pied vers le bas 6 μ.

Un pied ramifié : une des ampoules $18^{\mu},5$; stérigmates $5\ \mu$; l'autre ampoule $26^{\mu},5$; longueur d'un rameau $12^{\mu},3$.

Conidies $2^{\mu},8$.

Températures critiques. — Minima 15°, maxima 53°.

Comme on le voit, d'après cette description, on peut être tenté de regarder ce Champignon comme un *fumigatus* : il a, en effet, les stérigmates groupés en tête, mais les caractères macroscopiques de culture sont radicalement différents. Ces caractères se sont maintenus depuis trois années avec une constance très frappante. Les caractères extérieurs de culture sont accompagnés de différences microscopiques très notables et également constantes.

Si nous examinons comparativement deux séries de cultures des Champignons des races précédemment étudiées n° 1 et n° 2, et celles de la nouvelle espèce, nous faisons les constatations suivantes à un an d'intervalle (cultures comparées faites le même jour sur carotte).

En 1904. — Tandis que l'on remarque pour une culture faite le 18 mai 1904, observée le 5 juin 1904 :

A. fumigatus race n° 1, *gazon bas ras*, très peu floconneux vert ;

A. fumigatus race n° 2, *gazon* presque partout *bas* très légèrement floconneux, en quelques places vert foncé ;

On a, pour l'*A. virido griseus*, un aspect très floconneux avec des parties blanches et d'autres teintées d'un vert grisâtre pâle. L'exubérance végétative peut être telle que le tube de culture soit complètement rempli et que l'on ait à la partie supérieure un mélange de blanc et de vert clair, en dessous des parties d'un vert plus foncé, enfin des parties blanches.

En 1905. — Culture faite, par exemple, le 24 juin, observée le 8 juillet :

Aspergillus fumigatus, race n° 1 }
— — race n° 2 } Gazon vert foncé avec quelques touffes.

A. virido-griseus, mêmes caractères que précédemment.

Il se produit donc pour cette dernière espèce, quelque chose d'analogue à ce que nous avons signalé antérieurement pour le *Sterigmatocystis pseudo-nigra* (1).

(1) Costantin et Lucet, *Bull. de la Soc. mycol.*, 1903, p. 33.

La puissance végétative est très grande pour l'A. *virido-griseus*, elle se manifeste aux dépens des appareils fructifères qui sont disséminés de telle sorte que la couleur de la culture est au début d'un vert pâle, vert blanc tendre, vert grisâtre. Ces caractères sont très remarquables, mais ils ne diffèrent de ceux de l'A. *fumigatus* que dans la mesure de plus ou moins. On serait donc tenté de considérer ce nouveau type comme une troisième race de stirpe *fumigatus*. Cependant, en tenant compte des caractères pathologiques qui viennent s'ajouter aux caractères morphologiques que nous venons d'énumérer, nous sommes amenés à le regarder comme une espèce bien différenciée.

Caractères pathologiques. — Tandis que les spores des deux races de *fumigatus* n° 1 et n° 2 et du *Lignieresi* injectées dans les veines du Lapin et de la Poule tuent ces deux animaux, il n'en est plus de même avec l'espèce nouvelle *virido-griseus*, qui ne tue plus que le Lapin.

1° Le 21 novembre, inoculé *un Lapin*. — Mort le 24.

Tubercules fort nombreux du foie ; rate volumineuse ; quelques tubercules du rein saillants ; 3 tubercules dans l'épaisseur de l'estomac ; quelques-uns dans le tissu musculaire du cœur ; tubercules nombreux dans le poumon ; tubercules dans les parois ventrales, dans les espaces intercostaux, dans les cuisses, les psoas, les diaphragmes.

2° Le 28 novembre, inoculé *un Lapin*. — Mort le 13 décembre.

Très volumineux tubercules du foie, des reins, des poumons et du tissu musculaire, 3 dans le cœur, 5 ou 6 dans les parois de l'estomac, 4 dans le cæcum. Les tubercules sont saillants allongés (tissu musculaire) ou demi-sphériques, remplis d'une matière caséeuse blanche, contenue dans une sorte de membrane, de coque dense et légèrement fibreuse. Dans les reins, ils ont la direction des tubes urinifères. Les reins pèsent l'un 30 grammes, l'autre 35 grammes ; ils sont bosselés, déformés, énormes, et leurs tubercules saillants apparaissent de la grosseur d'un grain de mil. La séreuse leur est adhérente. Quelques-uns existent aussi dans les psoas.

3° Le 9 décembre, inoculé *un Lapin*. — Mort le 12.

Tubercules dans les poumons, le cœur, dans tout le tissu musculaire. Extrêmement nombreux dans le foie et les reins.

4° Le même jour un autre, meurt le 13. Mêmes lésions.

5° Le 22 décembre *une Poule* est inoculée dans les reins. — Pas de résultat.

6° Le 22 novembre *une Poule* est inoculée dans les reins. — Pas de résultat.

7° Le 18 juillet 1905 *une Poule* est inoculée dans les reins. — Pas de résultat.

Conclusions. — L'étude de ce type nouveau, qui est très voisin du *fumigatus*, mérite, au point de vue de la théorie de l'évolution, de fixer notre attention. Il est certain qu'en donnant à la notion spécifique un sens large, l'espèce nouvelle *virido-griseus* devrait être rattachée au stirpe linnéen du *fumigatus* (stirpe dans le sens de Clavaud) et ne mériterait d'être envisagée que comme une petite espèce, mais très différenciée et évoluée au point de vue végétatif, reproducteur et aussi qu'au point de vue pathologique. La considération de types de cette nature offre un haut intérêt, non seulement au point de vue de l'évolution de l'espèce, mais aussi au point de vue de l'évolution des maladies. On entrevoit par quel mécanisme très simple une maladie qui était grave pour un animal, peut s'atténuer progressivement pour lui : l'un des caractères morphologiques qui trahit à nos yeux, dans le cas actuel, ce changement est une variation des puissances reproductrice et végétative du Champignon qui se sont modifiées l'une aux dépens de l'autre.

C'est la troisième fois que l'on signale ainsi des variations de cette nature dans les Champignons. Nous avons rappelé plus haut le cas du *Sterigmatocystis pseudo-nigra*. Nous pouvons mentionner enfin que dans une note publiée autrefois par l'un de nous sur les Champignons du fromage de Brie, quelque chose de tout à fait analogue s'était manifesté. Les cultivateurs de fromage se sont aperçus que la moisissure de certains fromages tournait plus ou moins rapidement au vert, ils ont sélectionné évidemment depuis longtemps la moisissure de moins en moins verte et ils ont fini par obtenir ce qu'ils appellent le bon blanc qui est un *Penicillium glaucum* qui ne fructifie presque plus et reste blanc (1).

(1) Costantin et Ray, *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1902.

Envisageons maintenant les autres Aspergillus verts pathogènes qui se divisent en deux groupes : ceux qui sont liés à l'A. *fumigatus* (A. *bronchialis*, *malignus* et *penicillioides*) et ceux dont les affinités sont différentes (A. *repens*, *Hageni*, *microsporus* et *aviarius*).

Aspergillus bronchialis Blum. 1901.

Ce nouvel *Aspergillus*, qui a été décrit en juillet 1901 par M. Blumentritt (1), a été découvert par le Dr Chiari à la dissection d'un diabétique dans le système bronchial. Le Champignon lui a paru voisin de l'A. *fumigatus* et son habitat pouvait laisser penser qu'il s'agissait de cette espèce, si répandue dans les poumons des animaux. M. Blumentritt différencie les deux espèces surtout par les dimensions des spores : il dit qu'elles ont 2 µ chez le *fumigatus* (ce qui est peu) et de 3 à 4µ,2 chez le *bronchialis*. La longueur des pieds fructifères varie de 280 à 300 µ, la tête de 12 à 19 µ. Ces dernières dimensions sont assez différentes. En somme, on peut dire que le *bronchialis* est une espèce voisine du *fumigatus* qui se distingue :

1° Par son mycélium à cellules courtes souvent renflées, noueuses ;

2° Par ses spores un peu plus grosses.

Mais, sauf ces légères différences, les ressemblances paraissent très grandes, la couleur des spores et des cultures est la même, intermédiaire entre le gris vert, le gris olive et le brun, gris vert terreux ; les stérigmates s'insèrent à la partie supérieure de la tête.

L'A. *bronchialis* se rapproche beaucoup de l'A. *Lignieresi* dont il se distingue par son mycélium jaunâtre, par ses conidiophores droits et non ondulés et un peu plus petits et par des conidies plus grandes.

M. Blumentritt a annoncé que l'étude pathologique de ce Champignon serait faite à l'Institut impérial de l'Université allemande de Prague, mais nous ne savons pas si les résultats ont été publiés.

(1) Blumentritt, *Ueber einen neuen, im Menschen gefundenen Aspergillus (Aspergillus bronchiatis*, n. sp.) (Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch., 1901, p. 442).

Aspergillus malignus Lindt (1), 1889.

Cette espèce a été négligée dans la monographie magistrale du genre *Aspergillus* publiée tout récemment (1901) par M. Wehmer; M. Saccardo l'a également omise. C'est cependant une espèce très pathogène, qui mérite d'être signalée. M. Gedœlst la mentionne (2), mais il néglige complètement d'insister sur ses affinités, ce que M. Lindt avait cependant fait avec beaucoup de soin.

M. Lindt a fait remarquer, en effet, que la couleur de la plante cultivée sur du pain, son mode de croissance, la structure et la grosseur des supports conidifères, le volume des spores, ne la laisseraient pas distinguer de l'*A. fumigatus*; les stérigmates sont groupés au sommet de la tête fructifère dans les deux cas.

Il observe cependant que sur agar (au lieu de pain), le *fumigatus* est d'un bleu vert sombre, alors que le *malignus* est plus clair avec une teinte de gris bleu. Sur pain, au début, il est impossible de les distinguer ; mais, au bout de quelques jours, sur les cultures de *malignus*, on aperçoit des points gros comme une tête d'épingle, ce sont des périthèces. M. Lindt s'exprime ainsi : « Il est certain qu'il ne s'agissait pas de l'*Aspergillus fumigatus*, dont on ne connaît pas les périthèces. »

Il y a donc lieu d'envisager le Champignon de Lindt comme une petite espèce particulière appartenant au stirpe *fumigatus*, mais s'en distinguant justement par la propriété de donner des périthèces. Les propriétés pathogènes de l'*A. malignus* sont très remarquables : il donne au Lapin, par inoculation dans le sang, en quatre ou cinq jours, une mycose générale.

Voyons, par l'examen précis des caractères, les différences qui existent entre les deux espèces. Les supports conidiens sont, selon M. Lindt, très courts, ils mesureraient 1 millimètre ; l'auteur, il est vrai, ne donne pas de chiffre précis mais une valeur approchée ; s'il s'agissait, en réalité, d'un nombre exact, 1 millimètre ou 1 000 μ est une hauteur que n'atteignent jamais les pieds de l'*A. fumigatus*, qui sont justement caractérisés par leur petite taille (350 μ au maximum).

(1) Lindt, *Ueber einen neuen pathogenen Schimmelpilz aus dem menschlichen Gehörgang* (Archiv f. exp. Path. und Pharmak., XXV, 1889).

(2) Gedoelst, *Les champignons parasites*. Bruxelles, 1902.

Par contre, la disposition des stérigmates rappelle tout à fait celle de l'*A. fumigatus*, ils couvrent les deux tiers de la tête ou la partie exclusivement terminale. Ces stérigmates sont *incolores* et leur longueur est de 10 μ, leur largeur de 4 à 4μ,5; alors que les stérigmates de l'*A. fumigatus* sont colorés en vert sur une culture vieille de plusieurs mois, et qu'ils ont de 7 à 8 μ de long, avec seulement 3-4 μ d'épaisseur (6-15 × 3 d'après Wehmer). Le renflement terminal mesure 22 à 24 μ. Les conidies sont à peu près semblables dans les deux cas, cependant dans le *fumigatus* elles sont plus petites et varient entre 2 et 3 μ, tandis qu'elles égalent 3 à 4 μ dans le *malignus*. La forme de la tête sporifère (spores comprises) est aussi différente, c'est une masse cylindrique dans l'*A. fumigatus*, parce que tous les stérigmates sont relevés vers le haut; dans le *malignus*, les chapelets de spores sont dans toutes les directions et rappellent plutôt une tête de méduse. Cette différence n'est pas tout à fait absolue, car nous avons vu plus haut qu'une disposition analogue peut s'observer accidentellement chez des *fumigatus* typiquement caractérisés.

Les périthèces de l'*Aspergillus malignus* se développent peu après les conidiophores, et un accord complet se manifeste avec le développement ordinaire des *Eurotium* : il y a des tortillons, des filaments couvrants, etc. C'est le premier *Eurotium* pathogène qui ait été signalé. Les périthèces sont de petits corps blancs mesurant 40-60 μ au lieu de 75-80 μ de l'*Eurotium* de *A. fumigatus* d'après Behrens (1). Les ascospores ressemblent à celles des autres *Eurotium* avec deux valves dont les bords ne se touchent pas, laissant entre elles une sorte de rainure circulaire. La différence entre les *Eurotium repens* et *glaucum*, d'une part, et de l'*E. malignum* de l'autre, réside surtout dans l'enveloppe du périthèce. Dans les deux premières espèces, elle est formée de cellules aplaties, tabulaires, dont la membrane périphérique est imprégnée d'une matière colorante jaune facilement soluble dans l'alcool. Dans l'*Eurotium malignum*, le

(1) Nous avons dit plus haut que M. Behrens a observé les périthèces du *fumigatus*, mais aucun autre observateur (Lindt, Rénon, Lucet, etc., et nous-mêmes) n'a observé la formation des fruits à asques. Ils sont donc au moins extrêmement rares.

périthèce est entouré d'un pseudo-parenchyme formant une couche extérieure blanche, c'est un enchevêtrement de mycélium. Il en résulte donc que les fruits d'*Eurotium* apparaissent comme de fins points blancs.

En somme, on voit que l'*Aspergillus malignus* est voisin de l'*Aspergillus fumigatus*. La couleur de leurs cultures est assez semblable, le *fumigatus* est d'un vert bleu plus sombre, le *malignus* est plus clair et a une teinte de gris bleu, mais M. Lindt avoue que dans les cultures sur pain, avant la formation des périthèces, il est à peine possible de les distinguer.

D'après ce qui précède, on peut admettre, on le voit, que l'*Aspergillus malignus* ou *Eurotium malignum* appartient encore au stirpe linnéen de l'*Aspergillus fumigatus*. Ces deux espèces pathogènes ont évolué au point de vue morphologique dans deux directions différentes : le *fumigatus* a perdu la propriété de former des périthèces (*Eurotium*), tandis que le *malignus* a conservé cette propriété fondamentale des *Aspergillus*.

Aspergillus penicillioides Speg.

L'étude de cette espèce trouvée par M. Spegazzini sur les feuilles putrescentes de Canne à sucre dans la République argentine, mériterait d'être reprise au point de vue pathologique. Elle n'a pas été signalée comme nuisible aux animaux, mais tous ses caractères la placent au voisinage du *fumigatus* : conidies inférieures à 5 μ, ampoule fructifère allongée en massue et conidiophores inférieurs à 1 000 μ.

Dimensions. — Conidiophores 100 μ × 4μ,5 souvent cloisonnés à la base ; ampoule fructifère aspérulée *à la partie supérieure, qui seule porte des stérigmates* ; stérigmates 3-4 × 2,5 μ ; conidies 3 μ, lisses, hyalines.

Si cette espèce, qui est si voisine du *fumigatus*, ne donnait aucun résultat à l'inoculation des spores dans le système veineux des animaux, il faudrait en conclure qu'il s'agit d'une forme qui n'a pas encore acquis les propriétés pathogènes ou d'un *fumigatus* qui a dû la perdre.

Autres Aspergillus verts.

Parmi les autres *Aspergillus* verts qui ne présentent plus de ressemblance avec les *fumigatus*, on peut citer l'*A. glaucus*, le *repens* et l'*aviarius* (l'*Hageni* et le *microsporus* étant peu connus). Les deux premiers Champignons sont très voisins, ils produisent tous les deux des périthèces, mais l'*A. repens* seul mérite d'être cité parmi les espèces pathogènes (Voy. la note p. 125).

L'*A. glaucus* a des conidies beaucoup plus grosses, mesurant 9 à 15 μ. Périthèces, 140-150 μ. Ascospores, 8-10 μ × 5-7 μ. Il n'est *pas* pathogène et c'est par erreur que les anciens observateurs lui ont attribué ce caractère.

Aspergillus repens de Bary, 1870.

L'*Apergillus repens* (*Eurotium repens*) est une espèce très voisine de l'*Aspergillus glaucus*, elle fait certainement partie de son stirpe linnéen. Elle se distingue par ses conidies plus petites (5 à 8μ,5 de diamètre) ainsi que par ses asques, ascospores (4-5 μ, 6) et périthèces (83-155 μ). Au début, de Bary l'a considérée comme une variété, mais il n'a plus maintenu cette opinion en 1870, après culture continuée pendant longtemps.

M. Wehmer, récemment, a considéré cette espèce comme une simple variété de l'*A. glaucus*. Il est possible que l'on puisse passer de l'une à l'autre (périthèces de *A. glaucus* 70 μ à 250 μ d'après Wehmer, ascospores,d'après Fuckel 5μ; conidies 7-10μ, d'après Wehmer), mais il n'en semble pas moins exact que le type *repens* observé par de Bary constitue dans le stirpe *glaucus*, une petite espèce ou race assez stable. Elle paraît d'ailleurs, sinon pathogène, du moins apte à se développer dans l'oreille où M. Siebenmann l'a observée trois fois, à la surface et à l'intérieur des bouchons de cérumen. Cette espèce n'entrave cependant pas la production du cérumen et ne forme pas de fausses membranes dans le conduit auditif (1).

Deux autres espèces d'*Aspergillus* verts pathogènes sont à

(1) Une autre race de *glaucus*, semble-t-il, a été décrite par Meissner (*Eine neue species von Eurotium Aspergillus*. Bot. Zeitung, 1897, nº 22), l'*Eurotium Aspergillus medius* Meissner, qui, au lieu de pédicelles conidiens très gros (1-2 millim. sur 14 μ; ampoule 60 μ), en a de beaucoup plus petits (1 millim. × 5-8 μ; ampoule 12-35 μ).

mentionner ici, au moins pour mémoire, car leur connaissance est tellement imparfaite qu'on doit se contenter de les citer.

Voici d'ailleurs les diagnoses de Saccardo qui les concernent.

Aspergillus Hageni Hall., Catt. Mico corp. um. p. 123, t. VI, f. 8.

Hyphis fertilibus apice inflatis; basidiis radiantibus fusoideis apice acutis; conidiis catenulatis globosis viridulis.

Hab. in meatu auditivo externo hominis, otite laborantis (Hagen).

Aspergillus microsporus Boke, Catt. Mic. corp. um. p. 123, t. VI, f. 9.

Hyphis fertilibus simplicibus sub continuis, apice clavato-inflatis; basidiis simplicibus radiantibus breve fusoideis, conidiis catenulatis sphæricis, exiguis, glaucis.

Hab. in membrane tympani ægrotantis.

Ce n'est évidemment pas avec une étude aussi superficielle que l'on peut songer à faire avancer la connaissance des mycoses aspergillaires (1).

Une dernière espèce, enfin, mérite d'être placée à part, car bien que pathogène et du groupe des *Aspergillus* verts, elle n'appartient ni au stirpe du *fumigatus*, ni à celui du *glaucus*.

Aspergilus aviarius Peck, 1891.

Cette dernière espèce a été signalée par Peck (2), qui la trouva développée sur la face costale de la cavité pleurale d'un Canari; ce parasite paraissait avoir causé la mort de l'oiseau (Amérique du Nord).

Voici la description de cette espèce.

Hyphes stériles blancs. Hyphes fertiles dressés $7^{\mu},6$ de large; ampoule vésiculeuse de 20-30 μ, dont la surface est inégale, plus ou moins papilleuse; conidies naissant directement *sur toute la surface de la tête*, *sans stérigmates* (ce caractère n'existe pas d'ordinaire dans aucun autre *Aspergillus*), $2\text{-}2^{\mu},5$ de dia-

(1) Voy. aussi Hagen, *Weitere Fälle von.*, etc. (Z. f. Parasitenkunde, 1870, Bd II, p. 22, 233). — Hallier, *Ein neuer Ohrpilz*, etc. (*Ibid.*, 1869, Bd I, p. 195). — Hallier, *Mittheilungen über die Ohrpilze* (Ibid. 1870, Bd II, p. 259). — Boke, *Ibid.*, *Zwei Fälle von Pilzwucherung* (Am. Tr. f. O., 1869, Bd III, p. 58).

(2) Peck, *Annual Report of the State botanist of the State of New-York* (44[th] Report of the New-York State Museum of Natural History. Albany, 1891).

mètre. Le Champignon est blanchâtre au début, ensuite vert bleuâtre pâle ou vert.

M. Wehmer émet encore l'hypothèse qu'il s'agit de l'*Aspergillus fumigatus*. Il faudrait alors y voir des individus bien monstrueux, ayant des chapelets de spores sur toute la surface de la tête et sans stérigmates. Une pareille hypothèse n'est guère admissible si la culture a révélé la constance des particularités soulignées dans la description. Il est à souhaiter que l'étude morphologique de cette espèce soit reprise.

Tableau synoptique des espèces du stirpe fumigatus.

Caractères généraux du stirpe. Gazon de fructifications conidiales de couleur *vert bleuâtre* au début, devenant à la fin en général *vert cendré*, fuligineux. Ampoule fructifère cutinisée *renflée en massue*, couverte de *stérigmates* (simples) *seulement à la partie supérieure*. Conidies inférieures à 5 µ. Conidiophores inférieurs à 1000 µ.

- Champignons présentant des *périthèces*. Mycélium blanc. Conidiophores de 1 000 µ; ampoules 22-24 µ; stérimates incolores, couvrant les deux tiers de l'ampoule 10 µ × 4-4,5 µ. Conidies 3-4 µ. Périthèces *blancs* 40-60 µ; asques à 8 spores 14-18 µ; ascospores lenticulaires 6-8 µ. — *A. malignus* Lindt. Périthèces sur pain et pomme de terre; peu sur gélose.
- Champignons ne donnant pas de périthèces.
  - Mycélium *noueux*.
    - Conidies *plus grosses* de 3-4 µ,2; conidiophores *droits* 280-300 µ; mycélium jaunâtre dans les cultures âgées, articles *courts* renflés 6-12 µ.; ampoule 12-19 µ. Gazon gris vert, vert olive ou brun. — *A. bronchialis* Blumentritt. Bronches d'un diabétique.
    - Conidies *petites* 2-3 µ; conidiophores *ondulés* 180-230 µ × 6-8 µ; ampoule 24 µ; stérigmates 6 µ. Gazon vert glauque très ras, noircissant. — *A. Lignieresi* Cost. et Luc. Buenos-Ayres. Poumon d'un Pingouin.
  - Mycélium *non noueux*.
    - Conidiophores *supérieurs* à 100 µ.
      - Gazon vert glauque *foncé*.
        - Champignon pathogène pour le Lapin et la *Poule*.
          - Gazon ras, mycélium n'envahissant pas le compartiment inférieur des tubes de culture. — *A. fumigatus*, race n° 1, Cost. et Lucet.
          - Gazon ras. Mycélium envahissant le compartiment inférieur des tubes. — *A. fumigatus*, race n° 2, Cost. et Lucet.
      - Champignon pathogène *pour le Lapin seulement*, non pour la Poule. Gazon *floconneux gris verdâtre pâle*. Pédicules *élargis*, faiblement cutinisés, q.q.f. ramifiés et cloisonnés. — *A. virido-griseus* Cost. et Lucet.
    - Conidiophores *plus petits* que 100 µ × 4,5 µ, souvent cloisonnés à la base; ampoule aspérulée à la partie supérieure où sont localisés les stérigmates; stérigmates 3-4 µ × 2,5 µ; conidies 3 µ, lisses, hyalines. Champignon dont les propriétés pathologiques n'ont pas été étudiées. — *A. penicillioides* Spegazz. Feuilles putresc. de Canne à sucre. Républ. Argentine.

Autres Aspergillus verts pathogènes.

(On a joint sur ce tableau les espèces qui sont vertes au moins au début des cultures.)

Espèces *donnant des périthèces*; conidiophores 300-400 µ × 10-14 µ; ampoule 30-35 µ; conidies 5-8,5 µ, granulées; périthèces jaune citrin 80-135 µ; ascospore lenticulaires 4-6 µ.			*A. repens* De Bary. Oreille, noix de Galle, gypse, Polypores.
Espèces ne donnant *pas de périthèces*.	Conidies *supérieures* à 5 µ. Gazon à la fin, *ocracé, roussâtre.*	Conidiophores 1000-3000 µ.	*A. Oryzæ* var. *basidiferens* Cost. et Lucet.
		Conidiophores 500-700 µ; conidies 5-6 µ; gazon vert jaunâtre vif.	*A. Wehmeri* Cost. et Lucet (stirpe *flavus*).
	Conidies *inférieures* à 5 µ.	Gazon au début *vert bleu.* Pas de stérigmates; ampoule 20-30 µ à surface papilleuse; conidies 2-2,5 µ, lisses.	*A. aviarius* Peck. Cavité pleurale d'un Canari. New-York.
		Gazon *vert citrin.*	*A. micro-virido-citrinus* Cost. et Lucet (stirpe *flavus*).

CHAPITRE II

GROUPE DE L'ASPERGILLUS FLAVUS

L'*Aspergillus flavus* Link a été l'objet de recherches nombreuses et assez contradictoires des botanistes et des médecins. L'espèce a été trouvée pour la première fois en 1791 par Link, mais la diagnose donnée par cet auteur était si brève que Wilhelm, qui a fait pour la première fois une monographie du genre *Aspergillus*, a mis dans sa synonymie le nom de Link (1) avec un point d'interrogation.

Wilhelm considère de même comme insuffisantes les descriptions de la même espèce dans les ouvrages de Nees von Esenbeck, Martius, Link, Chevallier, Fries et Bonorden (2); Wilhelm rattache également au *flavus*, mais avec un point d'in-

(1) Link, Observat. I, p. 16. Wilhelm, *Beiträge zur Kenntnis der Pilzgattung Aspergillus*. Strassburger inaug. Dissert., Berlin, 1877.

(2) Nees von Esenbeck, *Syst. fung.*, 1816, p. 60. — Martius, *Flora crypt. erlang.*, 1817, p. 345. — Link, *Spec. plant.*, 1824, t. VI, p. 66. — Chevallier, *Flore générale*, 1826, tab. 4, fig. 12. — Fries, *Syst. mycol.*, p. 387. — Bonorden, *Handbuch*, 1851, p. 112, fig. 192.

terrogation, un Champignon décrit en 1729 par Micheli dans la phrase suivante : *Aspergillus capitatus, capitulo aureo* (1) et celui désigné par Gmelin en 1790 sous le nom de *Monilia aurea* (2).

Le seul Champignon qui soit, d'après Wilhelm, identique avec certitude au type qu'il a étudié est celui qui a été nommé *Aspergillus flavus* par Brefeld et qui se trouve conservé dans les exsiccata de Rabenhorst Fungi europaei edit nov. Ser. II, 2135. C'est également l'espèce qui a été désignée par de Bary sous le nom d'*Eurotium Aspergillus flavus* (Beiträge zur morphol. d. Pilze III Reihe, 2 Abtheilung, p. 20).

On voit, en somme, que l'identification certaine est assez limitée ; toutefois on peut admettre que les mycologues allemands avaient gardé par tradition le souvenir du type de Link, mais cela n'est pas certain.

Wilhelm identifie avec l'*A. flavus* également l'*A. flavescens* de Wreden (3), mais avec un point d'interrogation. Wreden a observé 14 cas de Champignons produisant des Myringomykosis aspergillina, 10 de ces cas étaient dus à des *Aspergillus flavescens* et 4 à l'*A. nigricans*. En 1874, le même auteur est revenu sur la fréquence relative de ce *flavescens* dans l'oreille et il a alors trouvé que sa présence était moins commune qu'il ne l'avait cru tout d'abord, car il a alors affirmé que l'*A. nigricans* (vraisemblablement l'*A. fumigatus*) était deux fois plus fréquent que le *flavescens* (49 cas de la première espèce pour 24 de la seconde).

Ces données dernières s'accordent avec celles relevées plus tard par M. Siebenmann qui a fait une étude attentive des parasites de l'oreille, mais il décrit seulement 2 cas (sur 36 ob-

(1) Micheli, *Nov. plant. genera*, 1729, p. 212.

(2) Gmelin, *Syst. nat.*, 1790, t. II, p. 2, 1487. — Persoon, *Dipos. fung.*, 1797, p. 40.

(3) Wreden, *Myringomykosis aspergillina* (Arch. f. Ohrenheilkunde, IV, 285). Voy. du même auteur : *Die Myringomykosis aspergillina und ihere Bedeutung für das Gehörorgan.* Ein Beitrag zur Lehre von den am lebenden Menschen vorkommenden Schimmelpilzen (Separat Abdruck aus d. St-Petersburger Med. Zeitsch., XIII). — *Sechs Fälle von Myringomykosis* (Arch. f. Ohrenheilk., 1867, III, 1-21, avec 1 pl. en couleur). — *Sur une nouvelle forme d'une maladie d'oreille produite par le développement de deux espèces de Champignons parasites sur le tissu de la membrane du tympan* (Congrès de Paris, Comptes rendus, t. LXV, 1868, p. 368). — Bezold, *Ein Fall von Aspergillus nigricans im äussern Gehörgang* (Arch. f. Ohrenheilk., V-VI, 1869-1872).

servés) où l'*Aspergillus flavus* devait être incriminé (ce qui correspond à une fréquence de plus de 5 p. 100). Nous pouvons remarquer qu'il admet sans aucun doute, ce que ne faisait pas Wilhelm, l'identité de l'*A. flavus* Link et de l'*A. flavescens* Wreden.

Les deux malades dont les oreilles avaient été envahies par l'*A. flavescens* méritent d'être mentionnés ici. Le premier, âgé de vingt-six ans, avait déjà eu des écoulements d'oreille dans sa jeunesse ; les deux oreilles étaient atteintes, présentaient des perforations et avaient donné pendant un an des écoulements huileux ; les deux conduits auditifs étaient couverts de croûtes présentant des têtes fructifères d'Aspergille. Le second patient, qui avait cinquante-cinq ans, était affecté d'une dureté d'oreille des deux côtés depuis six ans ; on enleva de l'oreille un tampon qui était formé principalement d'*A. flavus* et d'huile.

Les descriptions données par Wilhelm et par Siebenmann justifient-elles la disparition du doute qui restait encore dans l'esprit de Wilhelm ?

Diagnose de Wilhelm. — Stipe conidifère formant une vésicule terminale globuleuse, à membrane renflée, achroïque, verruqueuse. Capitule des conidies *doré* ou *jaune* virescent ou olivacé. Conidies globuleuses de diamètre 5 µ à 7 µ à épispore légèrement *verruculeux*, jaunâtre fuscescent. *Sclérotes* petits, noirs, tubéreux.

Les conditions dans lesquelles Wilhelm avait découvert son *Aspergillus flavus* justifient très peu une assimilation avec le *flavescens* de l'oreille. C'est en étudiant un *A. clavatus* rencontré spontanément sur du jus de raisin qu'il fit sa trouvaille du *flavus*.

L'*A. clavatus* avait été semé sur du pain noir pour en suivre le développement, et c'est sur ce substratum qu'apparut inopinément l'*A. flavus*. Rien ne laissait soupçonner que l'on pouvait avoir affaire à une espèce pathogène à un degré quelconque. L'habitat mentionné par Wilhelm s'accorde d'ailleurs avec ceux signalés par les autres auteurs : Winter (1) déclare que l'*A. flavus* se développe sur des substances organiques pourrissantes.

(1) Rabenhorst, *Krypt. Flora von Deutschland.* Pilze II, p. 62.

et Saccardo s'exprime ainsi : « ad plantas siccatas herbariorum, in cera humida, in excrementis, ad truncos ».

Rien, sauf la couleur, ni les caractères morphologiques, ni l'habitat ne justifient donc le rapprochement fait par Wilhelm de l'*A. flavus* Link et de l'*A. flavescens* Wreden.

On voit, d'après cela, que l'espèce pathogène est en réalité le *flavescens* de Wreden ; c'est donc elle qui constitue le véritable type à notre point de vue. C'est par une induction, peut-être injustifiée, que Wilhelm a cru devoir identifier le Champignon de Wreden observé dans l'oreille à celui de Link, qui n'avait jamais été observé jusqu'alors dans un tel habitat.

Au point de vue morphologique, l'*A. flavescens* se distinguait, d'après Wreden, par des caractères assez spéciaux : 1° manque de stérigmates (1) ; 2° absence de conidies à la base de l'ampoule fructifère ; 3° couleur jaune des fructifications. Wilhelm a été tenté de regarder ces caractères comme de peu d'importance, d'identifier ce Champignon au *flavus* et d'attribuer à celui-ci « une grande importance pathogène pour les maladies de l'oreille ».

M. Siebenmann (2) a adopté cette assimilation, encore douteuse dans l'esprit de Wilhelm, comme rigoureusement démontrée et, depuis cette époque, la plupart des auteurs et notamment M. Wehmer dans ces derniers temps, ont adopté cette manière de voir.

Comparons d'une manière précise la diagnose du Champignon pathogène de M. Siebenmann à celle du type de Wilhelm que nous venons de rappeler.

Diagnose de Siebenmann. — Le Champignon forme un gazon *jaune d'or* avec variation vers le *jaune soufre*. Les appareils conidifères mesurent jusqu'à 1 *millimètres* de long et 7-10 μ de large (6-12 μ) ; ils sont épais, avec une membrane ferme, incolore, rude, scabre à sa partie supérieure notamment ; pied au-dessous de la tête renflée en boule jaune pâle à diamètre (30 μ) allant progressivement en croissant.

(1) Bezold, *Ein Fall von Aspergillus nigricans im äussern Gehörgang* (Arch. f. Ohrenheilk., VI, 1869-1872, p. 197) insiste sur ce caractère de l'absence de stérigmates.

(2) Siebenmann, *Die Fadenpilze Asp. flavus, niger, fumigatus, Eurotium repens und ihre Beziehung zur Otomycosis aspergillina* (Zeitschrift. f. Ohrenheilh., XII, 1883). *Die Schimmel mycosen des menschlichen Ohres.* Wiesbaden, 1889. Bergmann.

Têtes fructifères lâchement serrées, d'ordinaire *jaune d'or*, sur substratum sec jaune soufre, sur substratum humide vert olivâtre, en vieillissant brun. Stérigmates colorés non divisés, s'observant seulement sur la moitié supérieure de l'ampoule fructifère, de 6μ,75 de long. Conidies rondes, rarement ovales, couleur jaune de soufre jusqu'à la nuance brune avec une surface finement verruqueuse; de diamètre 5-7 μ (1). Il ajoute : sclérotes très petits, tuberculeux, noirs, présentant en section une couleur jaune rougeâtre.

Il est très douteux, à propos de ces sclérotes, que M. Siebenmann les ait observés, car à la page 60 de son mémoire il dit expressément que « les sclérotes n'ont pas été observés dans l'oreille (2) ».

Caractères pathologiques. — En dehors de la question relative au

(1) Sur des échantillons fructifères observés directement dans l'oreille il n'a observé des dimensions de conidies que de 3μ,5 à 7 μ (Siebenmann, *Die Schimmel mycosen des menschlichen Ohres*, 1889).

(2) Les seuls sclérotes qui aient été signalés jusqu'ici dans l'oreille se rapportent à un organisme qui a été rencontré par Wreden et qu'il nomma *Otomyces purpureus*. Ils furent observés sur un individu de cinquante-cinq ans qui remarquait, depuis une longue suite d'années, un affaiblissement du sens de l'audition; on crut pendant trente ans à une Psoriasis inveterata. L'examen au miroir révéla l'existence d'un bouchon rouge foncé; ce bouchon enlevé, le canal de l'oreille était rouge et un peu infiltré. Le Champignon fut examiné par Woronin qui y trouva des asques et des spores, pas d'appareils conidiens, ni de conidies; c'était, selon ce dernier, un périthèce ou *Eurotium* d'un *Aspergillus*. Wreden prétendit ultérieurement avoir trouvé l'*A. nigricans*. L'analyste du travail de Wreden a émis l'idée qu'il y avait lieu de rapprocher ce Champignon du *niger* (le nom d'*Eurotium Aspergillus niger* a été proposé) (Arch. f. Ohrenheilk., III-IV, 1875-76, p. 128).

En 1882, M. Swann M. Burnett est revenu sur cette question (*Otomyces purpureus in menschlichen Ohr*, Zeitsch. f. Ohrenheilkunde, 1882, t. XI, p. 89); il n'a pas vu de conidies. Il a envoyé des exemplaires à M. Farlow qui lui a répondu que « la plupart des botanistes admettent que l'*A. nigrescens* Robin est égal à l'*A. niger* van Tieghem et Brefeld, que van Tieghem a transporté depuis dans les *Sterigmatocystis* ». Il lui rappela qu'il y a un exemplaire à sclérotes (qui forment des asques) dans « Rabenhorst Fungi europaei » dont il lui envoya un échantillon. « Vous pourrez vous convaincre, ajoutait M. Farlow, que vos sclérotes ne sont pas semblables à ceux que Wilhelm déclare appartenir à l'*Asp. niger* ». M. Farlow envisage une autre hypothèse, l'identité du Champignon de M. Burnett avec les sclérotes du *flavus* (qu'il identifie avec le *flavescens*), mais n'ayant pas de préparation de ces sclérotes, il n'ose être affirmatif; cependant il doute que les deux champignons soient identiques. Reste le *Sterigmatocystis purpureus* v. Tieghem qu'il ne connaît pas. Évidemment les sclérotes de M. Burnett étaient stériles.

M. Siebenmann a émis l'opinion que l'*Otomyces purpureus* représentait les périthèces du *Sterigmatocystis nidulans*.

nom qu'il y a lieu d'attribuer au Champignon qui pousse dans l'oreille (que ce nom soit *flavus* ou *flavescens*), un autre problème se pose à l'égard de cette espèce : est-elle véritablement pathogène? M. Siebenmann dit à ce propos (p. 51 de son mémoire) que les injections de spores sont malignes pour le Lapin ; l'espèce étudiée par lui, qui est commune dans l'oreille des sourds, est donc nocive. L'expérience ne permet pas d'affirmer qu'il en est ainsi de l'espèce étudiée par Brefeld et Wilhelm et décrite antérieurement par Link.

Il paraîtrait peut-être préférable de désigner sous le nom de *flavescens* l'espèce pathogène tant que les expériences sur le *flavus* n'auront pas permis d'affirmer le caractère pathologique de cette dernière. C'est d'ailleurs la solution adoptée par M. Eidam quand il fut amené à donner son avis sur les espèces nocives qui avaient servi aux expériences de Gaffky, Koch et Grawitz (1).

Antérieurement, lors du débat Grawitz-Koch, De Bary consulté par Lichteim sur l'espèce pathogène à grosses spores, y avait reconnu l'*Aspergillus glaucus*.

Koch, sur ces entrefaites, annonçait que Gaffky venait de trouver une nouvelle espèce pathogène : c'était l'*Aspergillus fumigatus*; mais le premier Champignon avec lequel les expériences avaient été faites demeurait inconnu. Il fournissait un gazon vert jaunâtre devenant plus tard brun jaunâtre ; les pédoncules des tiges sporifères étaient au moins doubles de ceux de l'*A. fumigatus*, ses spores mesuraient 6 à 7 μ. M. Eidam le détermina *A. flavescens*, espèce de Wreden trouvée primitivement dans l'oreille.

Cette espèce a d'ailleurs été l'objet d'autres recherches. Nippen (2) a fait avec l'*Aspergillus flavescens* des injections intraveineuses à des Lapins neufs et à des Lapins qui avaient reçu quelques jours avant une faible dose de spores par voie mésentérique. Tous ces Lapins mouraient, mais, dans les premiers individus, la diapédèse des globules blancs étant faible, le mycélium poussait au loin ses filaments dans les tissus sains ; dans les Lapins de la deuxième catégorie, les nodules présentaient une

(1) Voy. plus haut, p. 125.

(2) Nippen, *Beiträge zur Schutzimpfung*, 1888. Thèse Bonn.

infiltration de leucocytes, les filaments mycéliens périphériques étaient plus courts, ne dépassaient pas la zone d'infiltration leucocytique et ne plongeaient pas dans le tissu sain. Il n'y avait pas malgré cela de véritable immunité.

M. Hügemeyer (1) s'est occupé aussi de la question précédente pour la même espèce *A. flavescens*. Il a suivi la dégénérescence du Champignon dans de vieilles cultures, il a vu qu'avant de perdre tout à fait leur capacité de germination, les spores végètent très pauvrement et très lentement soit dans les organes des animaux, soit en milieu artificiel : elles se développent plus lentement *in vitro* et *in vivo* et il y a là, paraît-il, une atténuation véritable.

Lindt (2), qui a fait des recherches semblables et qui est arrivé à des conclusions analogues pour l'*Aspergillus malignus* et pour le *Sterigmatocystis nidulans*, s'est occupé à son tour de l'*A. flavescens* de Wreden et il le regarde, de même que tous les autres auteurs, comme très virulent pour le Lapin.

On voit, par la dénomination adoptée par divers botanistes et médecins qui se sont occupés du Champignon pathogène à spores jaunes, que le nom d'*A. flavescens* leur a paru préférable et c'est, selon nous, cette expression qui devrait être maintenue si les caractères morphologiques avaient été mieux définis.

M. Wehmer, qui reconnaît que les « données de la littérature se contredisent entres elles et ne peuvent être adoptées que sous réserves », choisit cependant une solution qui est loin d'être satisfaisante. Il identifie l'*A. flavus* Link à l'*A. flavus* Brefeld et à l'*A. flavescens* Wreden, mais il lui donne des caractères nouveaux. 1° Le gazon de conidies est jaune vert, pouvant aller jusqu'au jaune brunâtre, il n'est jamais jaune d'or comme le dit Siebenmann ; 2° les conidiophores ont 500 à 700 µ au lieu de 4 millimètres (4 000 µ) ; 3° il admet l'existence de sclérotes noirs de 7 millimètres à moelle jaune rougeâtre, bien qu'il ne les ait jamais observés ; 4° la dimension des spores est 5-6 µ, aussi 4-8 µ (d'après des mesures prises sur des échantillons desséchés).

(1) Hügemayer, *Ueber Abschwächung pathogener Schimmelpilze*. Thèse Bonn.
(2) Lindt, *Ueber eine neuen pathogenen Schimmelpilz aus dem menschlichen Gehörgang* (Arch. f. exp. patholog., 1889, t. XXV).

Le Champignon que nous avons étudié nous a été fourni par l'Institut Pasteur sous le nom d'*A. flavus*, mais comme pendant plusieurs années de culture nous n'avons jamais observé la formation de sclérotes, comme d'autre part il présente des caractères assez différents de ceux indiqués par M. Siebenmann aussi bien que par M. Wehmer, nous croyons devoir lui donner un nom nouveau de *micro-virido-citrinus*. Nous attribuons à ce type la valeur d'une petite espèce appartenant au stirpe *flavus*. Il nous paraît vraisemblable que les formes observées par M. Siebenmann et par M. Wehmer sont distinctes et aussi différentes de celles étudiées par Wilhelm dont le caractère pathogène n'a pas été établi.

Aspergillus micro-virido-citrinus nov. sp.

Caractères culturaux. — La couleur du gazon est, comme on le sait par les travaux nouveaux de M. Wehmer, très caractéristique. Cette couleur ici n'est pas uniforme, elle varie avec l'âge, mais la succession des teintes est toujours la même. Le gazon envahit assez lentement les milieux solides, il devient rapidement *vert citrin*, *vert jaune*, *vert serin*, jamais nous ne l'avons observé d'un jaune manifeste, même jaune verdâtre, encore moins jaune doré ou jaune.

La teinte est presque celle de l'*A. Oryzæ* (dont M. Wehmer rapproche le *flavus*), mais dans l'*Oryzæ* le vert est moins franc, moins vif. En vieillissant et en desséchant, la teinte se modifie après plusieurs mois (une année même) et elle devient brun roussâtre.

On voit donc bien les teintes très notablement différentes de celles observées par Wilhelm qui dit « doré ou jaune virescent ou olivacé » ; dans la teinte du gazon frais, ce n'est pas le jaune qui domine sur le vert, le terme jaune virescent ne peut convenir, mais vert jaunâtre ; les teintes olivacé et doré ne conviennent pas du tout. Le gazon jaune d'or et jaune soufre de M. Siebenmann ne ressemble nullement à celui que nous avons observé. La description de M. Wehmer convient au contraire beaucoup mieux : « leur couleur est jaune vert, poussant au vert brunâtre ; elle passe au bout de quelques mois au brun

foncé. Les tons jaunâtres ne persistaient que durant les premiers jours sur les voiles que j'ai obtenus sur divers milieux et s'évanouissaient bientôt, de sorte que je n'en ai jamais vu d'un jaune pur ».

Mycélium. — Le mycélium jeune est blanc grisâtre.

Conidiophores. — Voici des hauteurs de pieds mesurées sur de nombreuses cultures, elles permettent d'avoir des dimensions moyennes.

639 μ	875 μ	1155 μ	1365 μ
689 μ	1005 μ	1248 μ	1375 μ
731 μ	1014 μ	1320 μ	1736 μ

Ces dimensions sont très notablement différentes de celles qu'indique M. Siebenmann 0,4 centimètres, c'est-à-dire 4000 μ. Peut-être y a-t-il une faute d'impression dans le travail de ce savant, car ces dimensions sont très rares dans les *Aspergillus*; elles ne s'observent guère que dans l'*A. giganteus* Wehmer (qui ont 1-2 millimètres). S'il faut lire dans le travail de M. Siebenmann 400 μ, l'accord ne se manifeste pas mieux avec les dimensions indiquées ci-dessus. (Un échantillon exceptionnel mesurait 460 μ.)

L'accord existe mieux avec l'*A. flavus* de M. Wehmer qui indique 500-700 μ comme dimensions moyennes ; les pieds sont, ajoute-t-il, « d'ordinaire inférieurs à 1 millimètre ». Il semble cependant, d'après le tableau précédent, que dans notre type la taille soit un peu plus élevée et, en particulier, fréquemment supérieure à 1 millimètre.

La *tête* est colorée en jaune clair, jaune citrin sous le microscope. Le *stipe* est incolore, finement granuleux à sa partie supérieure (1), lisse au contraire vers le bas ; sa largeur va en grandissant progressivement et de haut en bas ; la largeur en haut du pied pourra être 21 μ en haut, 3 μ en bas ; 6μ,2 vers le milieu ; ou encore 16μ,5 en haut, 10μ,9 au milieu, 4μ,5 à la base ; sur un autre pied, nous déterminons en haut 12μ,3, vers le bas 6μ,15, tout à fait en bas 4μ,1. La membrane

(1) Jamais nous n'avons vu les sortes d'appendices pileux ou écailles fines figurées par Olsen et Gade pour le *flavus* (Gedœlst, *loc. cit.*, p. 138. — Baumgarten's Jahrb. II, 326).

du pied est assez épaissie, nous la trouvons égale à 1μ,25, 1μ,55 dans le bas du pied; sur certaines ampoules, elle est de 2 à 3 μ. Le pédicelle est sans cloison (sauf de très rares exceptions).

Ampoule. — L'ampoule est sphérique ou en massue, à membrane assez épaisse, granuleuse, pointillée quand les stérigmates ont été enlevés; en coupe on voit une multitude d'interruptions de cette membrane correspondant aux points d'attache des stérigmates. Dans les fructifications jeunes, l'ampoule est un peu en massue, mais très courte et rapidement renflée à l'extrémité; quand elle avance en âge, la forme sphérique s'accuse et il peut arriver quelquefois plus tard que la tête se rabatte sur le haut du pied en forme de chapeau d'Agaric. Diamètres : 62 μ, 55 μ, 40 μ, 37 μ, 27 μ, 24 μ.

Stérigmates. — Le mode d'insertion des stérigmates est assez variable. Dans les fructifications très jeunes, ils s'insèrent manifestement sur le haut de l'ampoule, comme un véritable toupet; de plus, l'orientation des stérigmates et des chapelets de spores est entièrement vers le haut. Au fur et à mesure que le Champignon devient plus âgé, que l'ampoule grossit et que les stérigmates deviennent plus nombreux, ils apparaissent sur une portion de plus en plus grande de la tête et leur orientation radiaire dans tous les sens s'accuse de plus en plus. Il reste cependant d'ordinaire une zone basilaire dépourvue de stérigmates et c'est elle qui se déprime et amène la production de ces capitules en forme de chapeau d'Agaric. La forme des stérigmates présente également des variations : d'abord en quille, renflée à la base, rétrécie vers le haut; plus tard elle affecte l'aspect d'une massue élargie vers le haut. Les dimensions sont variables avec le diamètre de l'ampoule. Ampoule 55 μ, stérigmates en massue 21 μ × 9 μ; ampoule 40 μ, stérigmates en massue 9 μ × 16 μ.

Conidies. — Les conidies sont sphériques, *petites*, lisses; les dimensions varient entre 3 et 4μ,6 (3μ,1, 3μ,72, 4μ,34, 4μ,6), rarement elles atteignent 5μ,5.

On voit, par l'examen de ces chiffres, que les conidies sont *notablement plus petites* que d'ordinaire dans le stirpe *flavus*. L'espèce typique *flavus* de Wilhelm avait des conidies de 5 à 7 μ;

les spores examinées par M. Siebenmann avaient en culture le même diamètre ; les dimensions des fructifications venant directement dans l'oreille étaient, il est vrai, un peu plus faibles. Quant à M. Wehmer, il donne 5-6 μ aux conidies et des diamètres extrêmes de 4 à 8 μ. Nous n'avons pas observé de telles variations.

La couleur des spores en masse à la loupe est vert jaunâtre ; au microscope, elle est d'un vert jaune brunâtre très accusé.

Températures critiques. — Le minimum est 15°, le maximum 45°.

Milieux acides et alcalins. — Le Champignon pousse sur pomme de terre acide à 5 p. 100 et sur pomme de terre alcaline jusqu'à 12 p. 100.

Caractères pathologiques. — Les expériences suivantes mettent en évidence les caractères pathologiques de la nouvelle espèce.

1° Le 19 mars 1901, un fort *Lapin* fut inoculé avec 2 centimètres cubes d'eau physiologique contenant en suspension de nombreuses spores provenant d'une culture de 6 jours sur pomme de terre (inoculation intraveineuse).

L'animal meurt dans la nuit du 25 au 26, après avoir présenté des accidents nerveux (mouvements de roulement de gauche à droite).

Grande quantité de tubercules de la grosseur d'une tête d'épingle, saillants, ronds, gris ou translucides dans les deux poumons. Foie énorme, sans tubercules. Rate semblable, noire, sans tubercules.

Les reins sont littéralement infiltrés d'une multitude de petits tubercules blancs, saillants, isolés ou confluents. Sur une coupe, ces lésions sont réparties dans toute l'épaisseur et les tubercules apparaissent se continuant dans les reins, sous forme de traînées blanches, minces, suivant les tubes urinifères.

2° Un autre *Lapin* inoculé de même, le même jour, meurt le 29. Mêmes lésions.

3° Un autre, id., meurt le 30. Mêmes lésions.

4° Une *Poule* inoculée dans les mêmes conditions, le même jour, résiste ; réinoculée le 12 avril, elle résiste encore ; réinoculée une troisième fois, en mai, elle résiste toujours.

5° Le 29 mars, un *Lapin* inoculé (en masse) meurt le 1er avril.

Dans ce cas de mort rapide, il existe seulement des lésions congestives et de nombreux points ecchymotiques dans les poumons et surtout les reins.

6° Le 12 avril, un autre *Lapin* est encore inoculé; il meurt le 18. Gros foie congestionné; tubercules translucides du poumon; nombreux tubercules dans les reins; rate noire; quelques tubercules dans l'appendice cæcal.

Conclusions. — Il semble, malgré l'insuffisance des descriptions, qu'il y ait lieu de distinguer dans le stirpe *flavus* les espèces suivantes :

1° A. *flavus* Wilhelm, présentant des *sclérotes*, et des spores de 5-7 μ, dont le caractère pathogène n'est pas établi ; gazon *jaune*.

2° A. *flavescens* Wreden : *sans stérigmates*, pathogène dans l'oreille.

3° A. *Siebenmanni* Costantin et Lucet. C'est l'espèce de M. Siebenmann à *pédicelles fructifères gigantesques* (4 000 μ), de couleur *jaune d'or*. Espèce pathogène pour le Lapin.

4° A. *Wehmeri* Costantin et Lucet. Espèce de M. Wehmer. Pédicelles de 500 à 700 μ inférieurs à 1 000 μ; spores 5-6 μ (atteignant 4-8 μ). Propriétés pathologiques probables. Gazon jaune vert.

5° A. *micro-virido-citrinus* Costantin et Lucet. Pédicelles de 600 à 1 300 μ; conidies 3 à 4 μ. Gazon *vert citrin*. Espèce pathogène pour le Lapin.

6° A. *subfuscus* Johan Olsen. Gazon jaune puis *brun olive*. Voici d'ailleurs la diagnose de cette espèce.

Aspergillus subfuscus Johan Olsen. — Ce Champignon très peu connu a été signalé par Johan Olsen sur du pain moisi, en Suède et en Norvège ; inoculé dans le sang d'un Lapin, il en détermina rapidement la mort. Ses caractères sont les suivants :

Gazon de conidies, d'abord jaunâtre, puis brun olive.

Conidiophores 1mm × 20 μ. Têtes fertiles sphériques, jaunes puis brun-olive, 90-195 μ de diamètre.

Ampoules, 15-21 μ de diamètre.

Stérigmates simples, longs.

Conidies sphériques, brun jaune, 3-4 μ de diamètre.

Optimum de température, 35 à 40°.

M. Wehmer présume que cette espèce pourrait être le *flavus*. C'est peut-être au moins une des petites espèces nombreuses de ce stirpe.

Tableau synoptique des espèces du stirpe flavus.

Caractères généraux. — Champignons formant au début un gazon *jaune* ou *jaune vert*, d'ordinaire pathogènes et se développant communément dans l'oreille.

Groupe	Caractères	Espèce
	Espèce ayant des *sclérotes* noirs à chair jaune rougeâtre ; gazon *jaune*.	*A. flavus* Wilh.
Pas de sclérotes.	Espèce *sans stérigmates* ; croissant dans l'oreille.	*A. flavescens* Wreden.
Pas de sclérotes. — *Espèce à stérigmates.*	Conidiophores de 4000 μ × 7-10 μ, rudes, scabres, incolores. Stérigmates colorés, s'observant seulement à la partie supérieure de l'ampoule qui a 30 μ de diamètre ; conidies rondes, rarement ovales, verruqueuses, 5-7 μ. Gazon *jaune d'or* ou *jaune-soufre*.	*A. Siebenmanni* Cost. et Luc. Oreille. Pathog. pour le Lapin.
Pas de sclérotes. — *Espèce à stérigmates.* — Conidiophores inférieurs à 2000 μ — *Gazon vert jaune.*	Conidies 5-6 μ (variant de 4-8 μ). Conidiophores 500-700 μ, d'ordinaire inférieurs à 1000 μ.	*A. Wehmeri* Cost. et Luc.
Pas de sclérotes. — *Espèce à stérigmates.* — Conidiophores inférieurs à 2000 μ — *Gazon vert jaune.*	Conidies 3-4 μ (variant jusqu'à 5μ,5). Conidiophores variant de 600 à 1 700 μ. Espèce pathogène pour le Lapin.	*A. micro-virido-citrinus* Cost. et Luc.
Pas de sclérotes. — *Espèce à stérigmates.* — Conidiophores inférieurs à 2000 μ	Gazon *jaune*, puis *brun-olive* ; conidiophores 1 000 μ × 20 μ ; têtes fertiles 90-195 μ ; ampoules 15-21 μ ; conidies 3-4 μ. Pathogène pour le Lapin.	*A. subfuscus* J. Olsen.

CHAPITRE III

GROUPE DE L'ASPERGILLUS ORYZÆ.

L'*Aspergillus Oryzæ* est une moisissure intéressante qui est très anciennement connue en Extrême-Orient (l'histoire dit depuis 2 600 ans). Son rôle dans la préparation du Koji et du Saké, liqueur alcoolique des Japonais, est depuis longtemps défini, au moins d'une façon empirique, mais c'est seulement depuis les recherches d'Ahlburg (1) que l'on sait qu'il s'agit d'un Cham-

(1) Ahlburg, *Dingler's polytech. Journ.*, 1878, Bd CCXXX, p. 330 et *Mittheil. d. deutsch Ges. f. Natur. und Volkerkunde Ostasiens*, 1878, 16 Heft.

pignon appartenant au groupe des Aspergillées et qu'il a été désigné sous le nom d'*Eurotium Oryzæ*.

Cette dénomination assez inexacte a contribué, au début, à faire errer les chercheurs qui ont étudié ultérieurement cette moisissure industrielle. La description première a été reproduite par Saccardo (1) et par Winter (2). Dans l'ouvrage de ce dernier auteur, on lit : « Périthèces jaunes, sessiles sur le mycélium floconneux, blanc et cloisonné, et contenant de nombreux asques, sur le riz en voie de fermentation ».

L'importance du Champignon au point de vue de l'industrie des fermentations était trop grande, surtout après avoir été mise en lumière par le travail de Korschelt (3) puis par celui d'Atkinson (4), pour que les mycologues ne s'efforçassent pas de préciser la description réellement trop succincte d'Ahlburg. En 1883, F. Cohn (5), l'éminent cryptogamiste de Breslau, put donner des renseignements nouveaux sur le ferment du Saké; il parvint même à faire fabriquer la liqueur dans son propre laboratoire à l'aide d'un élève japonais, Shiukizi, de Tokio ; il résultait de l'étude de Cohn que le Champignon était en réalité un *Aspergillus* et qu'il n'y avait pas de traces d'*Eurotium*. On ne s'expliquait pas très bien comment Ahlburg avait pu parler de périthèces; peut-être dans les conditions de culture au Japon avait-on vu la forme à asques. La couleur de l'appareil conidien était jaune verdâtre ; Cohn l'appela *Aspergillus Oryzæ*, ne voulant pas, par l'emploi du terme *Eurotium*, faire croire à l'existence d'un appareil de reproduction qu'il n'avait pas observé.

En 1885, M. Bügsen (6) crut utile de reprendre l'étude du Champignon du Koji. Il y avait sur les graines de Koji, en dehors

(1) Saccardo, *Sylloge*, I, 27.

(2) Rabenhorst's, *Kryptogamen Flora*, II, édit. I, p. 61.

(3) Korschelt, *Ueber Sake das alkoholische Getränk der Japaner* (Dingler's polyt. Journ., 1878, *loc. cit.*).

(4) Atkinson, *Brewing in Japan* (Nature, 1878). — *The Chemistry of Sake-brewing in Japan* (Mem. of science department. Tokio, Daigaku, 1881, n° 6, p. 1-78).

(5) F. Cohn, 61 *Jahresberichte d. schlesischen Gesell. f. vaterl. Cultur.*, 1883, p. 277.

(6) Bügsen, *Aspergillus Oryzæ* (Berichte d. deutsch. botanischen Gesellsch., III, 1885, p. LXVI).

de l'*Aspergillus*, d'autres organismes étrangers, *Syncephalis*, *Eurotium repens* et des Bactéries.

Voici la description de l'*A. Oryzæ* d'après Bügsen. Le mycélium a une épaisseur de 7 μ. Les fructifications conidiales, qui atteignent 1 millimètre, se distinguent par la fermeté de leur membrane et leur épaisseur (23 μ) ; elles s'observent soit comme branches latérales, soit comme prolongement direct des branches ordinaires du mycélium. Les têtes ressemblent à celles de l'*A. repens*. Elles portent des *stérigmates non ramifiés* avec des chaînes de conidies rondes, à la maturité finement verruqueuses, d'un jaune verdâtre, de 5-7 μ de diamètre. Toute la plante a une certaine ressemblance avec l'*A. flavescens* au sens de Lichtheim qui, sur le même substratum et à la température de 28-30 degrés, réussit également bien ; mais l'aspect des cultures pures et les conidies présentent une certaine différence. Les conidies de l'*A. flavescens* sont un peu plus petites et d'une coloration plus intense que dans les autres espèces.

Une autre question se trouve liée à l'histoire de l'*Aspergillus Oryzæ*, celle des levures de Koji. Déjà Korschelt (1) avait prétendu que la moisissure précédente avait la propriété, comme le *Mucor racemosus*, de diviser son thalle en gemmes quand on la faisait végéter dans un liquide susceptible d'entrer en fermentation. Le Champignon avait donc la propriété de donner la levure après avoir fourni la diastase saccharifiante ; par conséquent, dans la fermentation alcoolique des Japonais, l'*Aspergillus* remplaçait à la fois le grain d'orge producteur de diastase et la levure de bière faisant fermenter alcooliquement la matière sucrée.

C'est en appliquant cette donnée qu'un Japonais, Takamine, prit, en 1889 et 1894, des brevets en Europe et en Amérique pour la saccharification et l'alcoolisation de matières amylacées à l'aide de l'*Aspergillus Oryzæ*. Le succès des entreprises industrielles fondées sur cette méthode dépendait de la propriété que possédait l'*Aspergillus* de donner une levure. M. Jühler (2)

(1) *Loc. cit.*, p. 333.

(2) Jühler, *Umbildung eines Aspergillus in einem Saccharomyceten. Vorläufige Mittheilung* (Centralbl. f. Bact., IIe partie, 1, 1895). — *Ueber die Umbildung des Aspergillus Oryzæ in einem Saccharomyceten* (Centralbl. f. Bact., II, 1, 1895).

affirma que la transformation était possible et M. Jörgensen (1) vint appuyer cette manière de voir. Cette théorie eut d'autres défenseurs, notamment M. Sorel (2).

Mais l'opinion ainsi défendue rencontra d'ardents adversaires dans MM. Kosai et Yabe (3), Wehmer (4), Klöcker et Schiönning (5). Yabe (6) fit plus, il chercha l'origine des levures du Saké et montra qu'elles proviennent de la paille de riz avec laquelle on fabrique les nattes sur lesquelles on dépose le Koji au cours de sa préparation ; ces nattes doivent être toujours faites de riz de plaine et non de riz de montagne ; c'est aussi sur le riz de plaine que Yabe trouva le *Saccharomyces exiguus* qui paraît être la levure alcoolique du Saké.

Si nous laissons de côté cette question qui intéresse surtout les industriels, nous voyons que ce qui a surtout frappé les savants qui ont étudié l'*Aspergillus Oryzæ*, aussi bien M. Bügsen que M. Wehmer, c'est la grande ressemblance de ce Champignon avec les Aspergillus jaunes, *flavus* ou *flavescens*.

M. Bügsen l'a comparé au *flavescens* et M. Wehmer remarque qu'il y a le *flavescens* de Wreden et non de Lichtheim comme l'indique M. Bügsen dans son mémoire ; à ce point de vue, comme nous l'avons fait remarquer, l'espèce de Wreden est restée assez mal définie expérimentalement, tandis que le Champignon examiné par M. Lichtheim a été bien mieux caractérisé et est pathogène pour le Lapin. M. Wehmer a comparé son Aspergillus du riz aussi à l'A. *flavus* : il dit qu'il

(1) Jörgensen, *Ueber Pilze, welche Uebergangs formenzwischen Schimmel u. Saccharomyces-hefe bilden und die in der Brauerei auftreten* (Centralbl. f. Bact., II, t. II, 1896). — *Die Hefenfrage* (Centralbl. f. Bact., IIe partie, IV, 1898).

(2) Sorel, *Étude sur l'A. Oryzæ* (C. R. de l'Acad. des Sc., CXXI, 1895). — Comptes rendus du 2e Congrès de Chimie appliquée. Paris, 1896. — *Études sur quelques champignons utilisables en distillerie* (Rev. de Chimie industrielle, t. VIII, 1897).

(3) Kosai und Yabe, *Ueber die bei der Sakebereitung beteiligten Pilze* (Centralb. f. Bact. und Parasit. IIe partie, I, p. 609).

(4) Wehmer, *Aspergillus Oryzæ, der Pilz der japanischen Sake-Brauerei* (Centralbl. f. Bact., IIe, I, 1895). — *Sake-Brauerei und Pilz versuckerung* (*Id.*).

(5) Klöcker und Schiönning, *Experimentelle Unters. über die vermeintliche Umbildung des Asp. Oryzæ in einem Saccharomyces* (Centralbl. f. Bact., IIe partie, I, 1895) (*Id.*, II 1896). — *Que savons-nous sur l'origine des Saccharomyces ?* (C. R. des trav. du laborat. de Carlsberg, IV, 1896). — *Noch eimnal Saccharomyceten und Schimmelpilze* (Centralbl. f. Bact., IIe partie, IV, 1898).

(6) Yabe, *Ueber den Ursprung von Sake Hefe* (Imp. Univ. Tokio, Coll. of Agr Bull., III, 1897).

l'a examiné au point de vue de la comparaison et qu'il a pu étudier le *flavus* grâce à l'exemplaire des « Fungi europaei » de Rabenhorst (n° 1 265). Il sous-entend que le *flavus* et le *flavescens* sont identiques et que le *flavus* est pathogène. Nous avons vu que cette démonstration est loin d'avoir été donnée.

Les ressemblances que M. Wehmer a ainsi cru trouver entre le *flavus* et l'*Oryzæ* nous ont également frappés; elles sont d'ailleurs plus grandes que ne le supposait M. Wehmer, en ce sens que les deux Champignons sont pathogènes. La découverte de cette propriété pour l'*A. Oryzæ* n'a pas été signalé jusqu'ici à notre connaissance. Personne non plus n'a signalé une particularité morphologique sur laquelle nous croyons devoir insister et qui constitue peut-être, pour le type que nous avons étudié, un caractère de variété : la ramification des stérigmates ou (ce qui revient au même) la présence de basides. C'est à cause de ces deux particularités que nous croyons devoir mentionner ici la variété *basidiferens* de l'*Aspergillus Oryzæ*.

Aspergillus Oryzæ var. basidiferens nov. var.

Origine. — Ce Champignon nous a été fourni par l'Institut Pasteur sous le nom d'*Aspergillus Oryzæ*. Il vient évidemment d'Extrême-Orient, mais nous ne connaissons pas l'histoire de son introduction en Europe. Comme tous les caractères, sauf un, sont absolument ceux qui ont été décrits par les auteurs qui s'en sont occupés dans ces derniers temps, notamment par M. Wehmer, nous croyons que cette détermination est exacte. Peut-être la particularité morphologique que nous signalons est-elle une propriété universelle de tous les *A. Oryzæ*, mais nous n'avons pas eu en main les éléments de vérification à cet égard. Il nous semble cependant qu'une pareille particularité n'aurait pas échappé à un observateur aussi perspicace que M. Wehmer qui a insisté sur la ramification des stérigmates pour un certain nombre d'*Aspergillus* (*Ostianus*, etc.) (1).

Gazons de conidies. — Jaune verdâtre, un peu comme celui de

(1) Voy. plus haut, p. 121.

l'A. *Wehmeri* et de l'A. *micro-virido-citrinus*, mais le vert est moins franc. Nous n'avons pas eu cependant l'occasion d'observer de gazons jaunes. En vieillissant ou en se desséchant, les cultures deviennent brun jaunâtre, brun café, brun rougeâtre.

Mycélium. — Avant l'apparition des fructifications, il est blanc ou gris, 6 μ à 3 μ de large ; l'épaisseur de la membrane, 0μ,9.

Conidiophores. — Ils atteignent souvent 2 à 3 millimètres de haut. La largeur du pied peut être en haut, où il est très finement pulvérulent, de 21μ,7, 27 μ ; ce pied va en se réduisant régulièrement pour être, à la base, de l'épaisseur du mycélium.

Ampoule sporifère. — Elle est sphérique ou un peu ovalaire dans les très jeunes échantillons. Sur les individus adultes les plus développés, elle mesure de 50 à 70 μ ; 46μ,5 ; 62 μ, etc., et prend, à la fin, une coloration jaune ocracé. L'épaisseur de sa membrane, qui présente des parties épaissies et rétrécies de sorte que, de profil, elle rappelle un chapelet de perles, est de 1μ,5. Une tête sporifère (stérigmates et premières spores) mesurait 155 μ.

Les jeunes ampoules sont beaucoup plus petites, bien que déjà couvertes de stérigmates. Une ampoule de 9μ,3 était couverte de stérigmates à sa partie supérieure seulement, en toupet, de sorte que la largeur de la tête en comprenant les stérigmates et les premières spores était de 24μ,8 vers le haut.

Basides et stérigmates. — Quand on examine de jeunes têtes fertiles, on n'y observe *que des stérigmates simples* ; ils sont en forme de quille, renflés à la base, rétrécis vers le haut où la spore s'ébauche déjà dans la partie terminale un peu renflée. Dans le cas de l'ampoule de 9μ,3, ce stérigmate mesurait avec l'ébauche de la spore 15μ,5 de long.

Sur les têtes âgées et adultes, les capitules sont sphériques, les chapelets de spores sont disposés radiairement dans toutes les directions de l'espace comme dans l'*Aspergillus glaucus*, mais on voit apparaître des stérigmates ramifiés ou des basides. Dans une culture de quatre jours sur milieu solide dont les têtes sont déjà colorées, ce caractère apparaît nettement : on voit de nombreuses *basides portant deux stérigmates au sommet*. La baside mesurera, par exemple, 15 μ × 6 μ, les stérigmates 15 μ × 3μ,7.

Sur des cultures plus âgées, les dimensions de ces organes s'accroissent, ils se compriment très fortement les uns les autres; quand on cherche à les détacher séparément de la tête, on y parvient plus difficilement et il s'isole alors des calottes de basides dont les bases forment un pavage hexagonal assez régulier. Le nombre des stérigmates par baside s'élève. La forme des basides se modifie : elles sont en massue élargie. Les dimensions sont : $24^{\mu},8 \times 9^{\mu},2$ ou encore $27^{\mu},9 \times 12^{\mu},2$. Les stérigmates présentent également des variations de forme et de taille : presque cylindriques ou rétrécis à la base, élargis au milieu, ils ont $9^{\mu},3 \times 3^{\mu},72$ ou $12^{\mu},4 \times 4^{\mu},65$ (fig. 24).

La partie terminale de ces stérigmates présente souvent une sorte de collerette avec deux ou trois zones où la membrane est plus épaissie (fig. 25 et 26), et formant à la partie supérieure de la baside une sorte de coupe de conidie.

Conidies. — Le plus ordinairement elles sont sphériques, lisses ou *granuleuses*, d'une teinte jaune clair au microscope, qui passe au jaune un peu doré quand elles sont un peu agglomérées. Les spores petites de $3^{\mu},7$ ne sont pas rares; les dimensions $5^{\mu},5$, $6^{\mu},2$ sont très communes. On remarque quelques spores *plus grosses et ovales* mesurant $7^{\mu},4 \times 5^{\mu},6$ ou $9^{\mu},3 \times 6^{\mu},3$.

Enfin, on remarque de très gros *organes pyriformes* souvent groupés par paquet dont l'origine est peu précise, mesurant $12^{\mu},4 \times 7^{\mu},75$.

Fructifications ascophores, inconnues.

Caractères pathologiques. — Ils se manifestent dans les expériences suivantes :

1° Le 29 mars 1901, un très fort *Lapin* est inoculé par voie intraveineuse, avec 2 centimètres cubes d'eau physiologique tenant des spores nombreuses en suspension. Mort le 7 avril. Foie et rate volumineux, sans tubercules apparents. Dans le poumon, quelques petits tubercules gris. Reins énormes avec un certain nombre de tubercules blanchâtres, saillants, de la grosseur d'une tête d'épingle. Sur des coupes, au microscope, le foie se montre rempli de tubercules miliaires en voie de développement et au centre desquels existent une ou plusieurs spores ayant donné un peu de mycélium.

2° Inoculé de même, le 3 mai, *3 Lapins* et *une Poule*. Un

Lapin meurt le 8. Petits tubercules translucides dans les poumons. Foie et rate très gros sans tubercules. Reins énormes avec tubercules gris ou blanchâtres.

Un autre meurt le 10; mêmes lésions.

Le troisième meurt le 15; mêmes lésions mais reins encore plus gros.

La Poule résiste.

Conclusion. — L'*Aspergillus Oryzæ* var. *basidiferens* est donc à la fois pourvu de basides et pathogène. Le Champignon jeune ayant encore des stérigmates simples, nous croyons devoir le maintenir, au moins provisoirement, dans les *Aspergillus* comme les autres espèces à stérigmates simples ou ramifiés (*Ostianus*, etc.).

D'après le travail de M. Inui (1), il semble que les deux espèces japonaises se rattachent peut-être à ce stirpe : l'A. *luchuensis* Inui qui sert aux îles Luchu (entre Formose et Kiushu) à la préparation de l'awamori (liqueur japonaise) et l'A. *perniciosus* Inui qui se développe sur l'awamori-koji avec un faible pouvoir de destruction du sucre.

1) Inui, *Untersuchungen über die niederen Organismen welche sich bei der Zubereitung des alkoholischen Getränkes « Awamori » betheiligen* (The Journal of the College of science Imperial University of Tokio Japan, XV, part. III, p. 465, 1 planche).

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

PLANCHE V

(Les teintes grises indiquent une cutinisation vert olivâtre plus ou moins accusée.)

Aspergillus fumigatus, race n° 2.

Fig. 1. — Très jeune conidiophore commençant à fructifier.
Fig. 2, 3, 5. — Conidiophores adultes à pied cutinisé, vert olivâtre, couverts de conidies.
Fig. 4. — Conidiophore couvert seulement de stérigmates.
Fig. 6 et 7. — Deux jeunes ébauches de conidiophores.

Aspergillus virido-griseus.

Fig. 8. — Pied ramifié et cloisonné.
Fig. 9. — Schéma montrant les lignes sur lesquelles s'insèrent les stérigmates.
Fig. 10. — Schéma représentant une tête fructifère jeune, couverte de stérigmates seulement dans sa moitié supérieure.
Fig. 11. — Conidiophore surmonté d'ébauches de stérigmates; sur une moitié ces stérigmates ont été enlevés et laissent voir un pointillé marquant leurs lignes d'insertions.
Fig. 12. — Conidiophore fructifié à pied non cloisonné.
Fig. 13. — Conidiophore à pied ramifié mais non cloisonné.
Fig. 14. — Conidiophore à pied tuméfié irrégulier, mais cutinisé assez fortement.
Fig. 15 et 16. — Jeunes conidiophores faisant retour aux formes fructifères de l'*Aspergillus fumigatus*, races n° 1 ou n° 2.
Fig. 17. — Anomalie rare. Un conidiophore (qui est ici couché) se renfle à peine à sa partie supérieure et donne naissance à des pédicelles se terminant par des ampoules très rudimentaires couvertes de stérigmates.

Aspergillus Lignieresi.

Fig. 18. — Pédicelle incolore, cylindrique à membrane épaisse.
Fig. 19. — Mycélium noueux à la base d'un pédicelle.
Fig. 20. — Une cellule de ce mycélium noueux.
Fig. 21. — Bouquet de conidiophores partant du milieu de cellules du mycélium.
Fig. 22. — Conidiophore et ses cellules de base.
Fig. 23. — *Idem.*

Aspergillus Oryzæ var. *basidiferens.*

Fig. 24. — Baside ramifiée avec un ou deux stérigmates.
Fig. 25 et 26. — Stérigmates isolés.

SUR

LA CHAMBRE GEMMAIRE

DE QUELQUES LÉGUMINEUSES

Par M. PH. VAN TIEGHEM.

On sait que dans les Platanes (*Platanus* Linné) le bourgeon axillaire, invisible à l'aisselle de la feuille, est enfermé dans une cavité conique creusée dans la base renflée du pétiole, cavité dont la paroi est plus mince en haut, plus épaisse en bas et sur les côtés, où elle renferme, encore séparées, les cinq méristèles que la feuille reçoit de la stèle de la tige. Il n'est mis à nu qu'à l'automne, par la chute de la feuille, qui laisse autour de lui une cicatrice annulaire plus étroite en haut, plus large en bas et sur les côtés. En d'autres termes, la base du pétiole, en se constituant, relève ses deux bords sur les flancs du bourgeon, les rejoint au-dessus de lui et les unit par concrescence, formant ainsi autour de lui une chambre complètement close, qui le protège pendant toute la durée de la période végétative et qu'on peut appeler la *chambre gemmaire*.

Qu'une pareille disposition protectrice du bourgeon, qu'une pareille chambre gemmaire se retrouve sur plusieurs arbres de la famille des Légumineuses, aussi bien dans la sous-famille des Césalpiniées que dans celle des Papilionées, c'est un fait déjà signalé sommairement dans quelques cas par les botanistes descripteurs, mais qui ne me paraît pas avoir jusqu'ici attiré suffisamment l'attention des morphologistes. Aussi ne sait-on rien des divers aspects que présente le phénomène.

1. *Chambre gemmaire des Stypholobes.* — Considérons d'abord les Stypholobes (*Stypholobium* Schott), en particulier le St. du Japon (*St. japonicum* (Linné) Schott), fréquemment cultivé dans les jardins, surtout sous son élégante variété pleureuse (1).

(1) A l'exemple de Schott et d'Endlicher, tous les auteurs ont écrit et écrivent encore aujourd'hui *Styphnolobium*. Pourtant, il y a déjà bien longtemps que Naudin a signalé cette faute et dénoncé ce qu'il appelait un « barbarisme dépourvu de sens ». Malheureusement, il a commis lui-même un autre « barbarisme » en écrivant *Stryphnolobium* (Decaisne et Naudin, *Manuel de l'amateur des jardins*, III, p. 270, 1862-66). Pour être correct, on a le choix entre deux formes : *Stryphnolobium*, dérivée de στρυφνός, et *Stypholobium*, dérivée de στυφός ; la seconde doit être préférée, comme étant plus simple et plus rapprochée de la racine commune στύφω.

Pas plus que dans les Platanes, on n'y voit de bourgeon libre à l'aisselle de la feuille. Mais si l'on pratique une série de coupes transversales et longitudinales dans la base renflée du pétiole, dans le renflement moteur, qui est ici surtout développé vers le haut, on la trouve creusée d'une cavité conique enveloppant deux bourgeons noirs superposés, le supérieur plus grand, l'inférieur plus petit. Contrairement à ce qui a lieu chez les Platanes, où la chambre gemmaire est complètement close en haut parce que sa mince paroi supérieure y est en tout point concrescente avec la tige, ici la cavité demeure ouverte en haut à sa base contre la tige, au-dessus du bourgeon supérieur. Elle est bouchée pourtant à cet endroit, parce que la base du renflement moteur la surplombe en forme de talon, en venant s'appliquer fortement contre la surface de la tige ; mais une légère pression exercée de haut en bas sur le pétiole suffit à séparer en ce point, sans déchirure, les deux surfaces et à ouvrir une petite fente. Aussi, après la chute de la feuille à l'automne, la cicatrice est-elle en forme de fer à cheval et non d'anneau complet. D'après cet aspect, on pourrait croire alors que les deux bourgeons étaient logés, l'un au-dessus de l'autre, dans une simple gouttière profonde de la base du pétiole.

Dans son épaisseur, la paroi de la cavité renferme, encore séparées à ce niveau, les trois méristèles que la feuille prend à la stèle de la tige, la médiane en bas et une latérale de chaque côté. Sa surface interne est glabre. Les deux bourgeons inclus sont dépourvus d'écailles, mais, par contre, ont leurs jeunes feuilles externes hérissées de poils noirs et crochus, qui les protègent après la chute du pétiole. Ces poils sont simples, formés d'une ou deux courtes cellules basilaires, à paroi mince et incolore, et d'une longue cellule courbée et pointue, dont la membrane, fortement épaissie et lignifiée, est colorée en brun presque noir. Au printemps, c'est le bourgeon supérieur qui entre en croissance pour donner le rameau axillaire ; l'autre demeure en réserve pour les besoins ultérieurs.

La même disposition se retrouve dans la plante de l'Amérique du Nord que Torrey et Gray ont décrite sous le nom de *Sophora affinis*, en la rapprochant du *S. japonica* Linné dans le groupe *StyphＯlobium* Schott, regardé par eux comme une simple section du genre *Sophora*. Walpers, qui admet la valeur générique de ce groupe, l'a nommée avec raison StyphＯlobe affine (*StyphＯlobium affine* Torrey et Gray Walpers).

Cette espèce diffère toutefois de la précédente en ce que la surface interne de la chambre gemmaire y est, tout aussi bien que la surface externe des bourgeons inclus, hérissée de poils serrés et que ces poils, au lieu d'être courts, crochus et noirs, sont longs, droits et incolores, ou à peine teintés de jaune.

Rien de semblable ne se rencontre, au contraire, dans les vrais Sophores (*Sophora* Linné), ni dans les Edwardsies (*Edwardsia* Salis-

bury), les deux genres qui passent pour les plus voisins des Stypholobes, et dont j'ai examiné, à ce point de vue, la plupart des espèces.

Je n'ignore pas que, créé en 1830 par Schott, admis par Endlicher, par Walpers et plus tard encore, en 1855, par Decaisne, le genre Stypholobe a été rejeté par la plupart des botanistes. Torrey et Gray, comme on vient de le voir, Bentham et Hooker, et plus tard Baillon, en 1870, ont du moins conservé ce groupe, comme section distincte, dans le genre Sophore. Mais les auteurs plus récents, notamment Taubert, en 1891, ont fait la faute de le supprimer complètement, en l'incorporant dans ce genre à la section *Eusophora* (1).

Il est permis de croire qu'en venant s'ajouter aux autres différences, la disposition qu'on vient de signaler achèvera de justifier désormais l'autonomie de ce genre.

Comparée à celle des Platanes, la chambre gemmaire des Stypholobes offre cinq différences : elle a un pertuis à la base de sa face supérieure ; ce pertuis est bouché par une proéminence basilaire du renflement moteur ; elle renferme deux bourgeons superposés ; ces bourgeons sont dépourvus d'écailles ; les jeunes feuilles externes y sont couvertes de poils.

2. *Chambre gemmaire des Platyospres.* — Tschonoski a découvert, en 1864, au Japon, dans les forêts qui couvrent les flancs du volcan Fudzi-yama, un arbre que Maximowicz a décrit en 1873, en l'incorporant au genre Sophore sous le nom de Sophore platycarpe (*Sophora platycarpa*), mais en le considérant comme le type d'un sous-genre distinct, qu'il a nommé Platyospre (*Platyosprion*), sous-genre qui a été ramené à l'état de section par Taubert en 1891. Après avoir constaté la grande ressemblance de cette plante avec le Stypholobe du Japon, l'auteur ajoute : « Petioli basi pro gemma recipienda excavati ». En effet, j'ai pu m'assurer qu'il n'y a pas de bourgeon à l'aisselle de la feuille, et que la base renflée du pétiole est creusée d'une chambre, conformée comme dans le St. du Japon, c'est-à-dire à paroi interne glabre et renfermant aussi deux bourgeons inégaux superposés, couverts de longs poils bruns. C'est une nouvelle différence par rapport aux Sophores et en même temps une nouvelle ressemblance par rapport aux Stypholobes, auxquels pourtant, vu la conformation différente du fruit et l'alternance des folioles dans la feuille composée pennée, il est impossible de réunir cette espèce. Il paraît donc nécessaire de réaliser ce que Maximowicz a hésité à faire, en élevant le Platyospre à la dignité de genre autonome. En conséquence, l'espèce sera nommée désormais Platyospre platycarpe (*Platyosprion platycarpum* Maximowicz).

Ainsi établi, le genre Platyospre prendra place, parmi les Sopho-

(1) Dans Engler et Prantl, *Nat. Pflanzenfamilien*, III, 3, p. 195, 1891.

rées, tout à côté des Stypholobes, entre eux et les Cladrastes, dont nous allons maintenant nous occuper et auxquels un botaniste japonais, M. Makino, a proposé récemment d'incorporer l'espèce de Maximowicz.

3. *Chambre gemmaire des Cladrastes.* — Considérons donc maintenant les Cladrastes (*Cladrastis* Rafinesque), en particulier le Cl. tinctorial (*Cl. tinctoria* Rafinesque) de l'Amérique du Nord, souvent cultivé dans les jardins et remarquable par le petit nombre, la grande dimension et l'alternance des folioles dans la feuille composée pennée. Comme dans les deux genres précédents, aucun bourgeon n'y est visible à l'aisselle de la feuille, mais les coupes de la base du pétiole, fortement renflée surtout en haut, la montrent creusée d'une cavité triangulaire renfermant trois et parfois quatre bourgeons superposés, de dimension décroissante de haut en bas. L'existence de cette cavité a été mentionnée dès 1838 par Torrey et Gray, qui disent de cette plante : « Petioles dilated at the base and including the buds of the succeeding year » (1).

Comme dans les deux genres précédents, la chambre gemmaire laisse en haut, à la base même du pétiole contre la tige, une petite ouverture qui est recouverte et bouchée par une protubérance en forme de talon du renflement moteur. Il en résulte, ici aussi, que la cicatrice laissée par la chute de la feuille a la forme d'un anneau interrompu, brisé en haut, au-dessus du bourgeon supérieur. La paroi de la chambre, qui contient dans son épaisseur les trois méristèles venues de la tige, encore séparées à ce niveau, a sa face interne glabre, comme dans le Stypholobe du Japon. Mais les trois ou quatre bourgeons, dépourvus d'écailles, ont leurs jeunes feuilles externes tout hérissées de longs poils serrés, droits, brillants et jaune brun. Ces poils, qui sont simples, ont à la base une, deux ou trois courtes cellules à paroi mince et incolore, surmontées d'une très longue cellule pointue, à membrane fortement épaissie, lignifiée et colorée. En un mot, ils ont la même structure que dans les deux genres précédents.

Après la chute de la feuille et pendant tout l'hiver, les bourgeons sont à nu au centre de la cicatrice annulaire, protégés seulement par leur revêtement pileux. Au printemps, le bourgeon supérieur se développe seul en rameau feuillé, les deux autres demeurant en réserve.

La même disposition se retrouve, mais avec deux bourgeons superposés seulement, dans la plante récoltée en Chine, au Yun-nan, en 1888, par Delavay, que Franchet a rapportée au genre *Dalbergia*, sous le nom de *D. Delavayi*, mais qui, d'après une note de M. Prain annexée à cet échantillon dans l'Herbier du Muséum, n'est autre que le Cladraste de Chine (*Cladrastis sinensis* Hemsley).

(1) Torrey et Gray, *Flora of North America*, I, p. 391, 1838-40.

Au contraire, rien de semblable ne s'observe dans l'arbre de Mandchourie que Ruprecht et Maximowicz ont regardé comme le type d'un genre distinct sous le nom de *Maackia amurensis*, et que Bentham a rattaché au genre Cladraste, sous le nom de *Cl. amurensis*. Ce rattachement a été approuvé plus tard, il est vrai, par Maximowicz lui-même, qui, après avoir rappelé les nombreuses différences existant entre sa plante et les Cladrastes, ajoute : « sed differentiæ narratæ potius ad species quam genera distinguenda aptæ videntur » (1). Pourtant, comme il n'y a pas ici de chambre gemmaire, que le bourgeon y est, comme d'ordinaire, unique et libre au-dessus de la base du pétiole, c'est une nouvelle différence qui, venant s'ajouter aux précédentes, porte à exclure l'espèce du genre Cladraste et à restaurer pour elle le genre Maackie. Ce sera donc de nouveau la Maackie de l'Amour.

La plante récoltée en Chine, au Se-Tchuen oriental, par Farges (n° 178), serait, d'après une note de M. Prain annexée à l'échantillon dans l'Herbier du Muséum, une espèce nouvelle de Cladraste. Mais ici le bourgeon est unique et libre au-dessus de la base du pétiole ; il n'y a donc pas de chambre gemmaire. Il faut en conclure qu'il ne s'agit pas, en réalité, d'un Cladraste.

Il n'y a pas non plus de chambre gemmaire, ni dans les Virgiliers (*Virgilia* Lamarck), notamment dans le V. du Cap (*V. capensis* Lamarck), etc., ni dans les Calpurnies (*Calpurnia* Meyer), notamment dans la C. dorée (*C. aurea* Baker), etc., les deux genres qui sont réputés les plus voisins des Cladrastes.

Les trois genres qu'on vient d'étudier et que leur commune chambre gemmaire rapproche intimement, au point qu'on sera peut-être conduit plus tard à les réunir en un seul, appartiennent, dans la sous-famille des Papilionées, à la tribu des Sophorées. La même disposition se retrouve, comme on va voir, mais sous un aspect différent, dans une autre tribu de cette sous-famille, celle des Galégées.

4. *Chambre gemmaire des Robiniers.* — Considérons, en effet, les Robiniers (*Robinia* Linné), notamment le R. fausse-Acacie (*R. pseudo-Acacia* Linné), le R. visqueux (*R. viscosa* Ventenat) et le R. hispide (*R. hispida* Linné), trois espèces fréquemment cultivées, en visant surtout la première, qui est la plus commune.

Ici, il y a un bourgeon visible à l'aisselle de la feuille, libre au-dessus de la base du pétiole. Dépourvu d'écailles et glabre, ce bourgeon se développe en rameau de très bonne heure, pendant que la feuille axillante est encore en voie de croissance. Il allonge son premier entre-nœud grêle, qui peut atteindre environ 1 centimètre ; puis, sans épanouir sa première feuille, il se dessèche d'ordinaire et tombe, laissant

(1) Maximowicz, *Diagnoses plantarum novarum Japoniæ et Mandchouriæ* (Bull. de l'Acad. des Sc. de Saint-Pétersbourg, XVIII, p. 399, 1873).

en place sa base un peu renflée, tronquée par une cicatrice circulaire. Ce petit mamelon tronqué, reste du rameau axillaire avorté, a été pris pour une glande par quelques auteurs.

Si l'on pratique dans la base renflée du pétiole, dans le renflement moteur, ici surtout développé vers le bas, une série de coupes transversales et longitudinales, on la trouve creusée d'une cavité qui, en section transversale, a la forme d'une étoile à trois branches, dirigées l'une verticalement en haut, les deux autres obliquement en bas. Tout au fond, cette cavité renferme dans sa région centrale trois et même quatre bourgeons superposés, dépourvus d'écailles, mais tout couverts de poils bruns : c'est donc une chambre gemmaire. Elle a été brièvement signalée par A. Gray, dès 1856, dans ces termes : « Base of the leafstalks covering the buds of the next year » (1).

Tout à la base, en haut, sous le mamelon tronqué, la branche supérieure de l'étoile s'ouvre par un petit pertuis, recouvert et bouché par une protubérance en forme de talon du renflement supérieur. Aussi, après la chute de la feuille, la cicatrice a-t-elle la forme d'un anneau ouvert en haut au-dessous du mamelon. Les deux branches inférieures de l'étoile restent closes, mais provoquent sur les flancs inférieurs du renflement, au-dessous des épines stipulaires, deux protubérances, deux petites cornes, souvent colorées en brun.

La paroi de la chambre gemmaire renferme les trois méristèles, encore séparées à cet endroit, que la feuille prend à la stèle de la tige et sa surface interne est toute hérissée de poils raides, serrés, brillants, colorés en jaune brun, pareils à ceux des bourgeons et de même structure que dans les trois genres précédents. En outre, l'assise sous-épidermique prend une série de cloisons tangentielles et produit un périderme, qui double l'assise pilifère pour protéger plus efficacement les bourgeons pendant la période végétative.

A l'automne, les bourgeons sont mis à nu par la chute de la feuille, qui se produit au-dessus des stipules épineuses et des deux bosses inférieures, en ouvrant largement la chambre gemmaire. Pendant l'hiver, ils ne sont protégés que par leur propre revêtement pileux. Au printemps, c'est le bourgeon supérieur qui s'allonge en un rameau feuillé, les autres demeurant en réserve

Considérés dans leur ensemble, les multiples bourgeons axillaire superposés des Robiniers sont donc de deux sortes. Le supérieur, libre et nu, destiné à une croissance immédiate, avorte d'ordinaire. Les inférieurs, chambrés et velus, sont réservés pour les périodes végétatives suivantes. Au début de la première, le plus haut situé d'entre eux, qui est aussi le plus gros, entre seul en croissance pour donner le rameau feuillé ; les autres attendent des conditions ultérieures favorables.

(1) A. Gray, *Botany of the North Americ. States*, 2e édit., p. 108, 1856.

Le bourgeon supérieur libre peut d'ailleurs fort bien ne pas avorter. C'est ce qui arrive toutes les fois que, d'une manière ou d'une autre, il se trouve mieux nourri que d'ordinaire. Si, par exemple, pendant qu'il commence à se développer comme il a été dit plus haut, on vient à couper au-dessus de lui l'extrémité de la jeune branche, il poursuit sa croissance et produit en définitive un rameau feuillé qui remplace l'extrémité supprimée. Si la section est faite plus tard, lorsqu'il a commencé déjà à se dessécher, c'est le supérieur des bourgeons inclus de la même aisselle qui, perçant en haut la chambre gemmaire, s'allonge aussitôt en un rameau feuillé, devançant ainsi d'une année l'époque de son développement normal.

De même, si l'on inspecte tout du long, en septembre, un de ces rejets vigoureux de l'année, hauts de un à deux mètres, que l'arbre produit parfois autour de lui, on voit que, dans la région inférieure et moyenne, tous les bourgeons supérieurs libres se sont développés en longues branches feuillées, dont le premier entre-nœud mesure jusqu'à dix centimètres et davantage. Dans la région supérieure, au contraire, les branches sont demeurées de plus en plus courtes et grêles; la plupart même se sont desséchées et sont tombées avant d'avoir épanoui leur première feuille, en un mot, ont avorté comme sur l'arbre adulte.

Commune à tous les Robiniers, la chambre gemmaire ne se retrouve dans aucun des nombreux autres genres de la tribu des Galégées que j'ai examinés sous ce rapport. Mais on la rencontre, avec une conformation, il est vrai, bien différente, dans la sous-famille des Césalpiniées.

5. *Chambre gemmaire des Féviers.* — Considérons en effet les Féviers (*Gleditschia* Linné), en particulier le F. triépineux (*G. triacanthos* Linné) et le F. de Chine (*G. sinensis* Lamarck), deux espèces fréquemment cultivées dans les jardins.

Comme dans les Robiniers, il y a un bourgeon libre à l'aisselle de la feuille, inséré même un peu au-dessus de la base du pétiole, en un mot supra-axillaire. Dépourvu d'écailles, ce bourgeon ou bien avorte complètement, ou bien allonge de bonne heure son premier entre-nœud et avorte ensuite en produisant une épine, simple ou trifurquée. Pas plus que dans les Robiniers, ce n'est de lui que procède la ramification normale de l'arbre. Les coupes transversales et longitudinales de la base renflée du pétiole, dans le renflement moteur, ici aussi plus développé sur la face inférieure, montrent qu'elle renferme une série de bourgeons superposés, décroissant de haut en bas et dont les plus inférieurs et les plus petits se disposent en zigzag faute de place; on en compte souvent jusqu'à six. Chacun d'eux est enfermé dans une logette, qu'il remplit complètement. La surface interne de la logette et la surface externe du bourgeon sont entièrement glabres et en contact intime. Par contre, le bourgeon a une série d'écailles

autour de ses jeunes feuilles. Il y a donc, ici aussi, une chambre gemmaire, mais cette chambre, au lieu d'être simple, uniloculaire, comme dans tous les exemples précédents, est cloisonnée, pluriloculaire.

La logette supérieure, qui renferme le plus gros bourgeon, offre en haut à sa base un petit orifice; d'où résulte qu'après la chute de la feuille, l'anneau cicatriciel est ouvert en haut, comme dans les autres Légumineuses. C'est le bourgeon inclus supérieur qui, au printemps, se développe en un rameau feuillé; les autres attendent des circonstances ultérieures favorables.

6. *Poche gemmaire de la Hérissonne.* — Les rameaux pointus qui ont donné son nom à la Hérissonne piquante (*Erinacea pungens* Boissier), portent de petites feuilles, insérées par une large base reployée en gouttière et qui reçoit de la stèle cinq méristèles, au lieu de trois comme d'ordinaire dans cette famille. Les bords de la gouttière étant concrescents avec le rameau, il en résulte une sorte de godet, qui renferme deux bourgeons superposés, le supérieur plus grand, l'inférieur plus petit, tous deux dépourvus d'écailles, mais dont les jeunes feuilles ont leur face externe couverte de poils de même forme et de même structure que dans les genres précédents. De pareils poils revêtent aussi la face interne du godet.

Si ce n'est pas une chambre, puisqu'il est largement ouvert en haut, ce godet est du moins une *poche gemmaire*, jouant dans la protection des bourgeons, quoique avec une moindre efficacité, un rôle analogue à celui de la chambre gemmaire des plantes étudiées plus haut. C'est pourquoi il m'a semblé utile d'en signaler ici l'existence.

7. *Résumé.* — En résumé, si on laisse de côté la poche gemmaire de la Hérissonne, l'existence d'une chambre gemmaire est maintenant reconnue dans cinq genres d'arbres de la famille des Légumineuses, savoir : une Césalpiniée (Févier) et quatre Papilionées, dont trois Sophorées très voisines (Stypholobe, Platyospre et Cladraste), et une Galégée (Robinier).

Partout cette chambre renferme plusieurs bourgeons superposés, décroissant de haut en bas, et dont le supérieur se développe seul tout d'abord, au printemps suivant, en un rameau feuillé; en un mot, elle est partout *plurigemmée*, contrairement à celle des Platanes, qui ne contient qu'un seul bourgeon, qui est *unigemmée*. Partout aussi elle offre, à la base de sa face supérieure, contre la tige, un petit pertuis, bouché par une protubérance descendante du pétiole, contrairement à celle des Platanes, qui est close de toutes parts. Mais elle affecte, suivant les genres, plusieurs aspects différents.

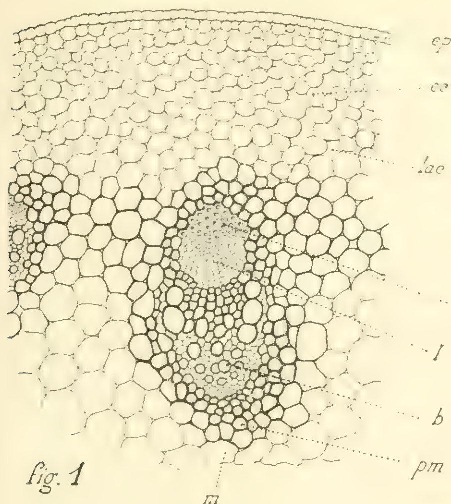
Tantôt elle enveloppe tous les bourgeons axillaires superposés, dont aucun n'est visible à l'aisselle de la feuille, comme dans les trois genres de Sophorées. Tantôt elle laisse en dehors le bourgeon supé-

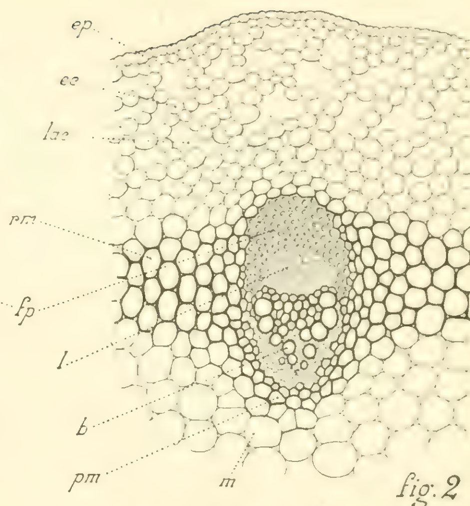
rieur, qui demeure libre au-dessus de la base du pétiole, où il avorte plus ou moins complètement, comme dans les Robiniers et les Féviers.

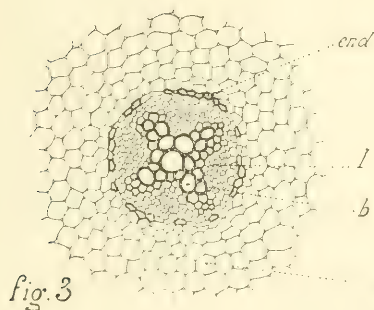
Dans le premier cas, la chambre est toujours uniloculaire et les bourgeons, toujours dépourvus d'écailles, sont toujours protégés par un revêtement pileux. Le plus souvent la paroi interne de la chambre est alors glabre (Stypholobe du Japon, Platyospre, Cladrastes); quelquefois cependant, elle est aussi toute couverte de poils, ce qui rend plus efficace la protection des bourgeons (Stypholobe affine).

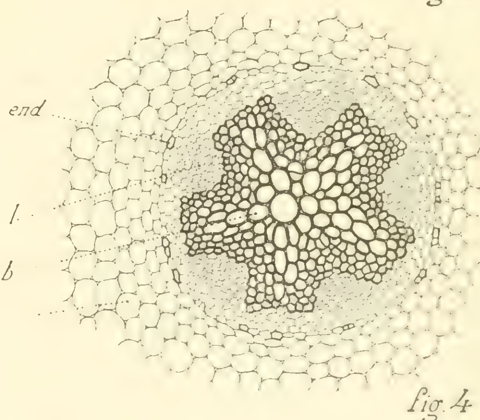
Dans le second cas, tantôt la chambre est uniloculaire, avec bourgeons sans écailles, protégés à la fois par leur propre revêtement pileux, par celui de la face interne de la chambre et par un périderme sous-jacent, comme dans les Robiniers. Tantôt elle est pluriloculaire, avec dans chaque logette un seul bourgeon, muni d'écailles protectrices, mais dépourvu de poils ainsi que la face interne de la logette, comme dans les Féviers. Par la présence d'écailles et l'absence de revêtement pileux sur les bourgeons, ce dernier genre ressemble plus aux Platanes qu'aux autres Légumineuses.

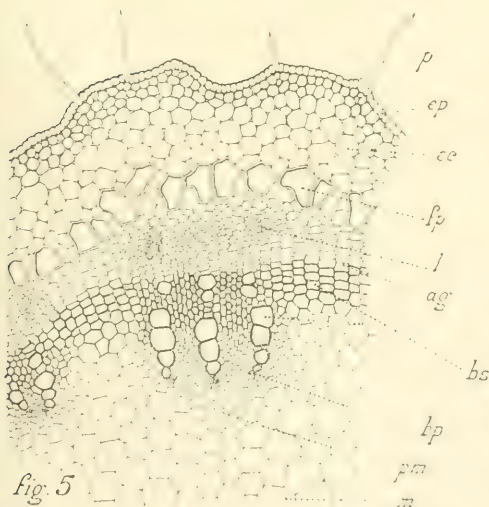
Ici, comme chez les Platanes, non seulement l'existence d'une chambre gemmaire, mais encore sa conformation spéciale, doivent être regardés comme des caractères génériques, et il y a lieu désormais d'en tenir compte dans la Classification.

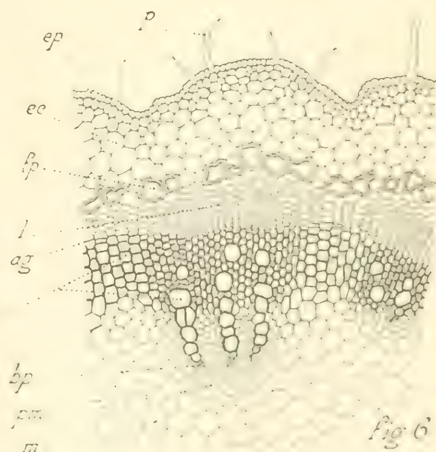






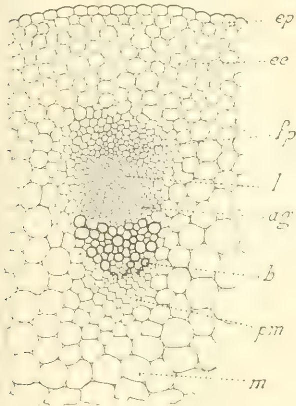


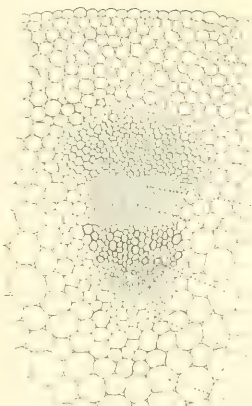




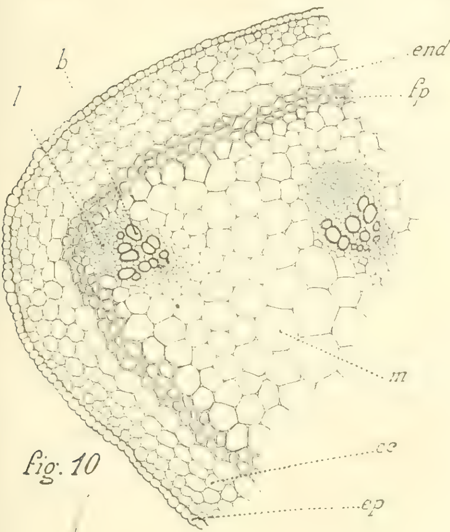
A. Sarton del. J. Poinsot s.

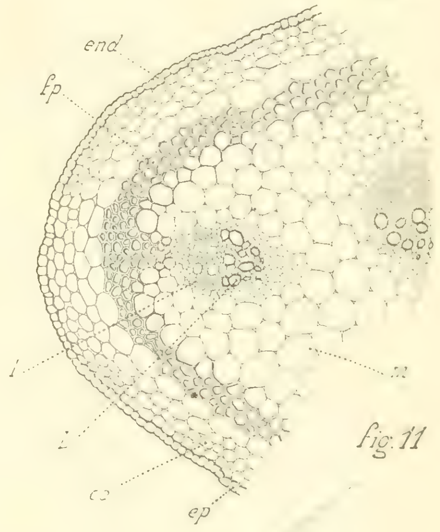
Ranunculus bulbosus (1 et 3); *Ranunculus Duriæi* (2 et 4); *Parietaria diffusa* (5); *Parietaria erecta* (6).

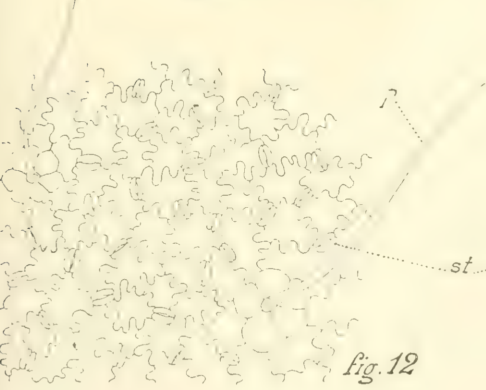








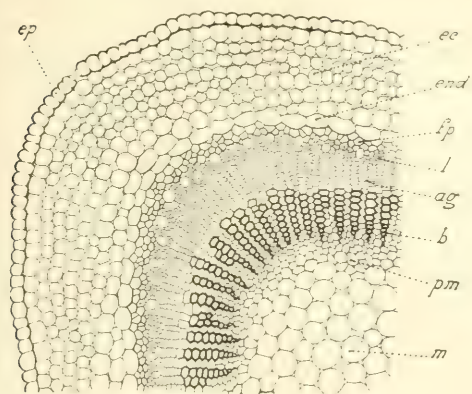


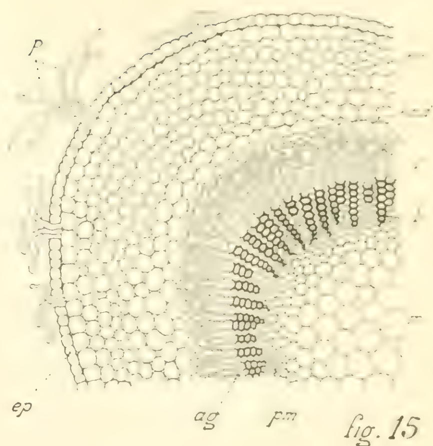


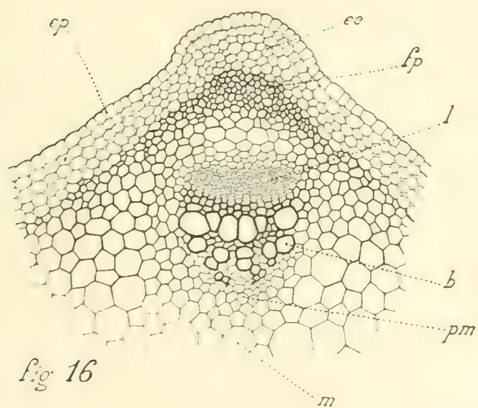


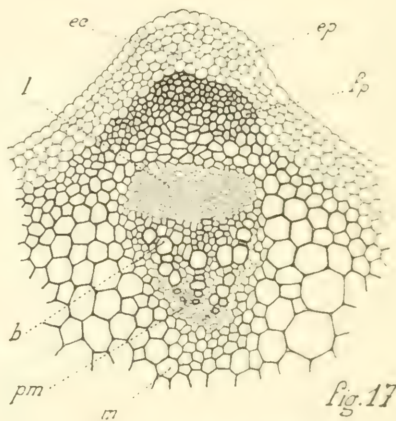
A. Sarton del. J. Poinsot sc.

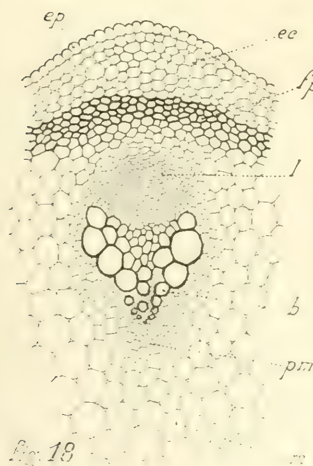
Anemone Pulsatilla (7); *A. Bogenhardtiana* (8); *A. rubra* (9); *Geranium Robertianum* (10); *G. purpureum* (11); *Ranunculus bulbosus* (12); *R. Durixi* (13).

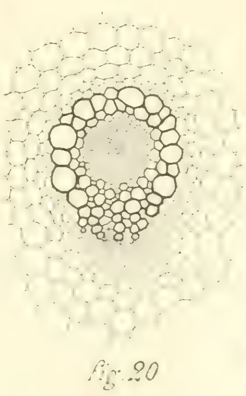


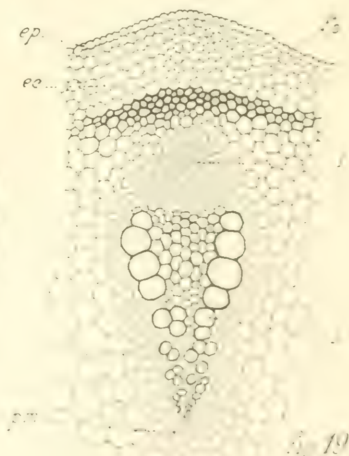






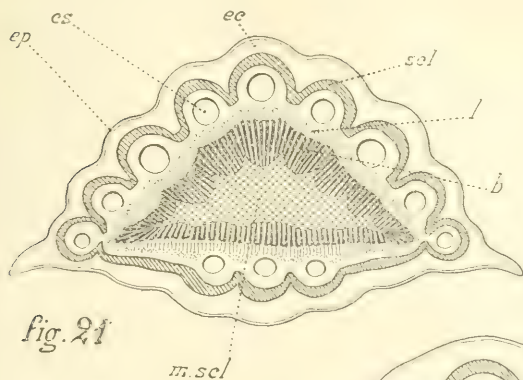


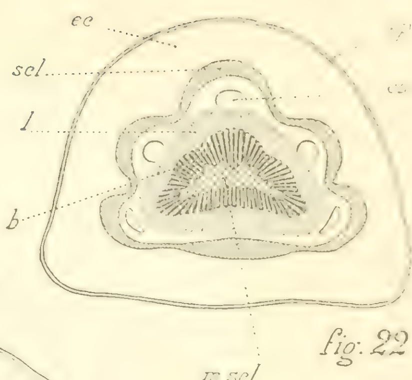


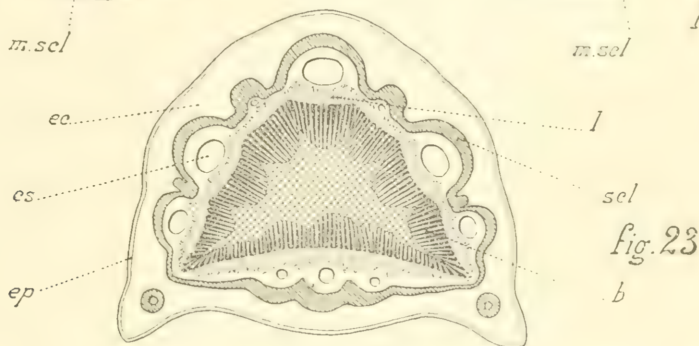


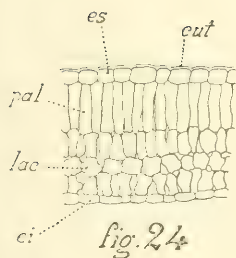
A. Sarton del. J. Pous...

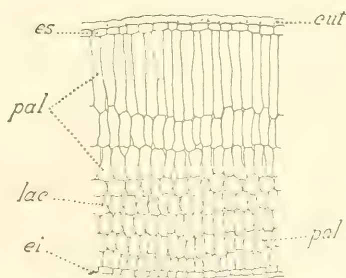
Helianthemum apenninum (14); *H. velutinum* (15); *Lathyrus latifolius* (16 et 17); *Thalictrum flavum* (1... *Th. nigricans* (20); *Th. angustifolium* (19).

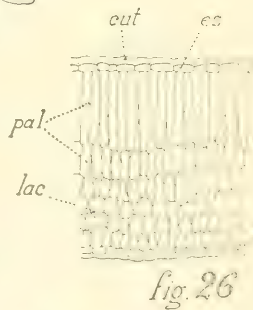


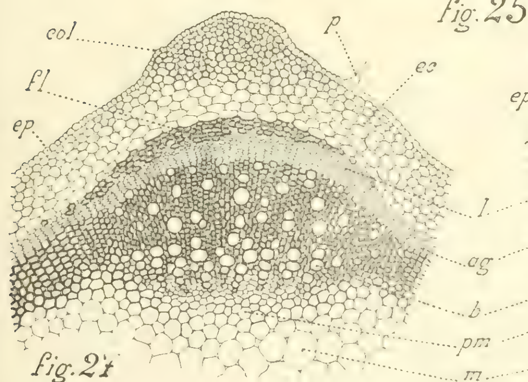


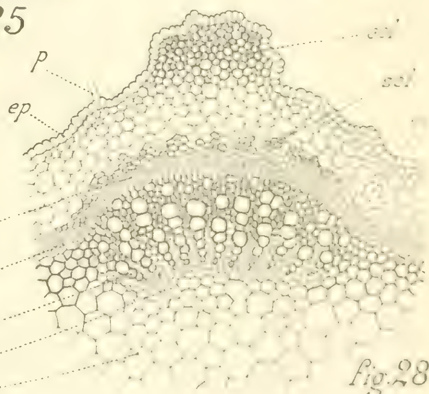






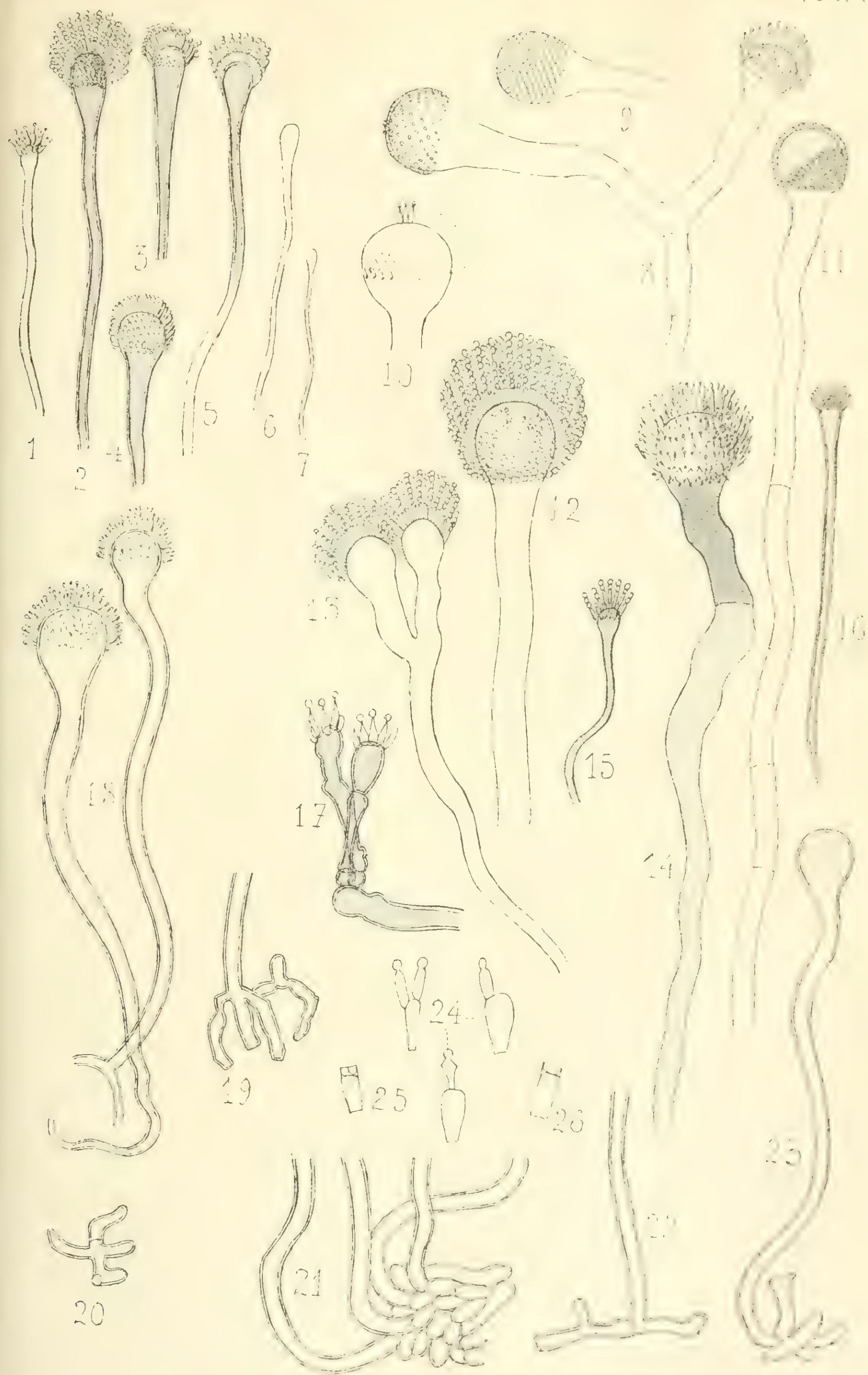






A. Sarton del. J. Poinsot s.

Pistacia Terebinthus (21 et 24); *P. Lentiscus* (22 et 25); *P. Saportæ* (23 et 26); *Teucrium Scorodonia* (27 et 28).



Costantin et Lucet del.

Aspergillus pathogènes.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

TABLE DES PLANCHES ET DES FIGURES DANS LE TEXTE

CONTENUES DANS CE CAHIER

Corbeil. Imprimerie Ed. Crété.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME II. — Nos 4, 5 et 6.

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1905

Paris, 30 fr. — Départements et Étranger, 32 fr.
Ce cahier a été publié en mars 1906.
Les *Annales des Sciences naturelles* paraissent par cahiers mensuels.

Conditions de la publication des Annales des sciences naturelles

NEUVIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

Publiée sous la direction de M. PH. VAN TIEGHEM.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches et les figures dans le texte correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série et les tomes I et II de la Neuvième série sont complets.

ZOOLOGIE

Publiée sous la direction de M. EDMOND PERRIER.

L'abonnement est fait pour 2 volumes, chacun d'environ 400 pages, avec les planches correspondant aux mémoires.

Ces volumes paraissent en plusieurs fascicules dans l'intervalle d'une année.

Les tomes I à XX de la Huitième série sont complets.

Prix de l'abonnement à 2 volumes :

Paris : 30 francs. — Départements et Union postale : 32 francs.

ANNALES DES SCIENCES GÉOLOGIQUES

Dirigées, pour la partie géologique, par M. HÉBERT, et pour la partie paléontologique, par M. A. MILNE-EDWARDS.

Tomes I à XXII (1879 à 1891). Chaque volume .... 15 fr.

Cette publication est désormais confondue avec celle des *Annales des Sciences naturelles*.

Prix des collections.

PREMIÈRE SÉRIE (Zoologie et Botanique réunies), 30 vol.		(*Rare*)
DEUXIÈME SÉRIE (1834-1843).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
TROISIÈME SÉRIE (1844-1853).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
QUATRIÈME SÉRIE (1854-1863).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
CINQUIÈME SÉRIE (1864-1874).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SIXIÈME SÉRIE (1875 à 1884).	Chaque partie 20 vol.	250 fr.
SEPTIÈME SÉRIE (1885 à 1894).	Chaque partie 20 vol.	300 fr.
GÉOLOGIE, 22 volumes.		330 fr.

RECHERCHES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT ET L'ANATOMIE DES CASSYTHACÉES

Par MARCEL MIRANDE

INTRODUCTION

Les Cassythes sont des plantes parasites répandues dans les régions tropicales des deux hémisphères, dont le port et le genre de vie rappellent beaucoup ceux des Cuscutes. Leur appareil végétatif, à racine éphémère, se réduit à des tiges filiformes portant des feuilles rudimentaires, qui enlacent leurs hôtes par le moyen de deux modes alternatifs d'enroulement. A quelques spires lâches effectuées sous l'action du géotropisme et de la nutation, succèdent des spires serrées dues à un phénomène d'irritabilité, dont les surfaces internes portent des suçoirs, organes de soutien et de nutrition. Ce sont donc des plantes à la fois volubiles et grimpantes.

Pour A.-L. de Jussieu (1), les Cassythes étaient des plantes *incertæ sedis*, réunissant au port des Cuscutes les étamines des Lauracées et le fruit des Basellacées.

Lindley (2) en a fait une famille distincte, sous le nom de Cassythacées, qu'il plaça successivement dans son alliance des Lauréales, puis dans l'alliance des Daphnales en compagnie des Lauracées, des Thyméléacées et des Protéacées.

Il est évident que ces plantes, qu'on en fasse ou non une famille à part, doivent toujours être rapprochées des Lauracées avec lesquelles elles ont de multiples affinités. La plupart des botanistes, du reste, à la suite de Bartling (*Ordines*, 1830 et

(1) A.-L. de Jussieu, *Genera Plantarum*, 440.
(2) Lindley, *Nixus*, *Vegetable Kingdom*.

de Nees d'Esenbeck (*Systema Laurinarum*, 1833) en font une simple tribu de cette famille.

Peu d'auteurs se sont occupés de l'étude du développement et de la structure anatomique de ces plantes. Leur étude biologique, qui sera certainement féconde en résultats pleins d'intérêt, est encore entièrement à faire.

Les premières observations anatomiques datent de 1846 et sont dues à Decaisne (1). Elles n'ont aujourd'hui qu'une simple valeur historique, car la conclusion la plus importante qu'elles ont suggérée à ce botaniste, est l'analogie, nullement fondée, qu'offre la tige d'un *Cassytha* avec la racine d'une plante monocotylédone. Il mentionne la présence, à la surface des tiges, de nombreux stomates horizontaux et leur curieuse disposition en files longitudinales.

Chatin (2), en 1856, étudie la structure de quelques espèces : *Cassytha brasilensis*, *C. Casuarinæ*, *C. filiformis*, *C. glabella*, *C. triflora*. Indépendamment de quelques erreurs qu'elles contiennent, les descriptions sommaires qu'il nous a laissées ne cadrent plus avec nos connaissances actuelles en anatomie végétale. Enchaîné par l'importance primordiale qu'il croit devoir attribuer, pour les rapports de ces plantes avec l'anatomie générale, à la présence ou à l'absence des trachées, Chatin donne tout son soin à la recherche de ces éléments vasculaires. Il en trouve çà et là, dans quelques espèces seulement, et conclut à leur absence en général. Nous verrons que ces éléments se retrouvent, à leur place ordinaire, à la pointe des faisceaux. Il signale aussi, mais à tort, l'absence de liber. Il prétend aussi que la chlorophylle fait défaut à ces plantes, et contribue ainsi à maintenir l'opinion très erronée, répandue encore dans la plupart des traités, que les *Cassytha* sont des plantes parasites privées de matière verte. Ces diverses erreurs, et surtout la dernière, sont évidemment imputables au mauvais état des échantillons que l'auteur a eus entre les mains. L'aspect général de la structure des diverses espèces que Chatin a observées

(1) Decaisne, *Sur la structure anatomique de la Cuscute et du Cassytha* (Ann. des Sc. nat., 3e série, t. V, p. 247, 1846).

(2) Chatin, *Anatomie comparée des végétaux. Plantes parasites*, p. 27-41, édit. 1892, Paris.

lui permet, avec raison, de rejeter l'opinion, émise avant lui, de la scission des *Cassytha* en plusieurs genres. Ces plantes forment évidemment, à tous les points de vue, un groupe très homogène.

En 1877, Poulsen (1) étudie la structure comparée des suçoirs de la Cuscute et du Cassythe, et en 1889, Hackenberg (2) nous donne la première étude vraiment sérieuse des *Cassytha*, en prenant comme type le *C. americana*. Hackenberg décrit la disposition des divers appareils anatomiques de la tige adulte, étudie les suçoirs et les compare à ceux de quelques autres Phanérogames parasites. Il réfute l'idée de la privation de chlorophylle ; la présence d'un parenchyme chlorophyllien devenant souvent palissadique l'amène même à conclure que chez ces plantes tout milite en faveur d'une assimilation directe aussi active que chez les autres plantes vertes.

Enfin, au cours de ces dernières années, une courte étude de Mlle Adèle-Th. Schmidt (3) vient nous donner quelques détails anatomiques nouveaux, principalement sur la disposition des divers faisceaux conducteurs et sur la structure de ces curieuses lacunes situées en dedans du péricycle, et qui avaient déjà attiré l'attention des observateurs.

Dans les mémoires que je viens de citer, les auteurs, comme on le voit, ne se sont occupés que de la tige adulte des Cassythes, à une phase de son existence où, complètement détachée du sol, elle vit en parasite, fixée sur une plante hospitalière. Ils n'ont pas étudié la germination de la graine ni l'évolution de la jeune plante pendant sa phase de vie libre, c'est-à-dire pendant le temps où, puisant dans le sol ses aliments au moyen de ses propres racines, elle vit suivant le mode ordinaire des plantes vasculaires. Cette première phase de la vie de la plante s'effectue au moyen d'organes qui, en raison de leur existence éphémère, pouvaient nous faire prévoir des particularités de structure très intéressantes.

(1) Poulsen, *Ueber der morphologischen Werth des Haustoriums von Cassytha und Cuscuta*. Flora, 1877.

(2) Hackenberg, *Beiträge zur Kenntniss einer assimilierenden Schmarotzerpflanze, Cassytha americana* (Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalen, V, 6, Bonn, 1889).

(3) Adèle-Th. Schmidt, *Zur Anatomie von Cassytha filiformis* L. (Oesterreichische Botan. Zeitschrift, LII, n° 5, Wien, mai 1902).

Au cours de mes recherches sur la biologie des Cuscutes (1) il était naturel que l'étude comparative des Cassythes me tentât et même s'imposât à mon attention dans le but de certaines conclusions importantes. Aussi, mes premières observations sur le développement des *Cassytha* remontent-elles déjà à un certain nombre d'années. Dans mon travail sur les Cuscutes, comparant les premiers stades de l'évolution de ces plantes et des Cassythes, j'écrivais (p. 4 et 5) : « La germination des Cassythes, qui demande une température assez élevée, dure plusieurs semaines. Ensuite la jeune plante issue de la graine donne, à l'encontre de la Cuscute, quelques racines à l'aide desquelles le jeune végétal, dont la tige est abondamment pourvue de chlorophylle, peut vivre à l'état normal, non parasitaire, pendant un certain temps ».

Au milieu d'autres travaux je continuais mes observations depuis longtemps commencées sur les Cassythes lorsque parut récemment, en Amérique, un nouveau mémoire plein d'intérêt sur ces végétaux. Ce travail, de H. Boewig (2), nous donne précisément des renseignements sur le premier développement encore inconnu des Cassythes et quelques nouveaux détails sur l'anatomie de la tige adulte.

Dans ce qui va suivre j'aurai l'occasion de revenir sur les mémoires de Hackenberg, de Schmidt et de Boewig.

Le travail que je publie aujourd'hui apporte une contribution nouvelle à la connaissance de ces plantes parasites. J'y expose d'une façon plus exacte et plus complète qu'il n'a été fait jusqu'ici, le premier développement de la plante et surtout sa structure pendant sa phase de vie libre. J'étudie pour la première fois la structure florale. Je reprends enfin l'anatomie générale, car les études des premiers auteurs se réduisent en somme à l'exposé de la disposition des divers appareils composant la tige parvenue à l'état adulte, et n'entrent guère dans les détails histologiques. Faute d'avoir suivi les modifications des divers tissus à partir de leur origine, des détails très inté-

(1) Mirande, *Recherches physiologiques et anatomiques sur les Cuscutacées* (Bull. Sc. de la Fr. et de la Belg., t. XXXV).

(2) H. Boewig, *The histology and Development of Cassytha filiformis* L. (Contributions from the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania, vol. II, n° 3, 1904).

ressants, concernant notamment le liber, l'endoderme, le péricycle, ont passé inaperçus.

L'étude qui va suivre porte exclusivement sur l'espèce la plus répandue, le *C. filiformis* L., dont j'ai pu avoir de nombreux échantillons vivants ou conservés dans l'alcool. Mais je dois dire que l'examen de la structure de quelques autres espèces conservées dans les herbiers, et la description de Hackenberg, relative au *C. americana*, m'ont convaincu de la parfaite homogénéité anatomique de toutes les Cassythacées. C'est ce qui autorise le titre très général que je donne au présent mémoire. Les caractères morphologiques font aussi de ces plantes un groupe très homogène. Les espèces de Cassythes sont peu nombreuses, il y en a une cinquantaine environ, et Baillon (1) est d'avis que ce nombre doit être considérablement réduit, peut-être de moitié. Ce sera le travail du Botaniste qui voudra se charger de la monographie du genre *Cassytha*, qui sera analogue, quoique moins laborieuse, à la belle monographie des Cuscutes due à G. Engelmann.

L'étude physiologique des Cassythes fournira une belle contribution à la biologie des Phanérogames parasites. Je possède déjà dans cet ordre d'idées un certain nombre de faits dont la publication offrira beaucoup plus d'intérêt lorsque je pourrai y joindre les faits nouveaux qu'une étude plus approfondie me promet encore. Mais je puis dire déjà que cette étude est très malaisée sous nos climats, par suite de la grande difficulté de cultiver, même en serre, ces végétaux. Aux soins d'un Botaniste voyageur, ou habitant la patrie même de ces plantes, ces recherches physiologiques seraient autrement fécondes ; puissé-je inciter quelque Botaniste à les entreprendre !

Avant d'exposer les présentes recherches sur le développement et l'anatomie des Cassythacées, j'adresse mes vifs remerciements et l'hommage de ma reconnaissance à M. Haffner, directeur du Jardin botanique de Saïgon qui, à diverses reprises, m'a envoyé de beaux échantillons et des graines de *Cassytha filiformis*.

(1) Baillon, *Hist. des plantes*, t. II, p. 444.

PREMIÈRE PARTIE

PÉRIODE DE VIE LIBRE DES CASSYTHES

CHAPITRE I

Développement de la jeune plante.

Germination. — Une température de 25 degrés est celle qui convient le mieux à la germination des graines de *Cassytha*. Si cette température se maintient constante, la germination s'opère en un mois environ.

Sous nos climats, cette germination est d'assez longue durée; pendant l'été et dans une situation choisie pour que la graine soit toujours sous l'influence d'une bonne température, elle demande, généralement, au moins cinq semaines, mais peut nécessiter une durée plus longue. Une fois que le germe s'est fait jour il s'accroît lentement, et, au bout de deux mois, arrive à peine à atteindre la taille de 3 centimètres. Des graines semées sous le climat de la région de Grenoble, en bonne exposition, au début de juillet, ont fourni des plantules qui, placées en serre tempérée à partir de septembre, ont acquis vers la fin de novembre une longueur de 7 ou 8 centimètres. Sous le climat de Montpellier particulièrement chaud en été, et pendant une période assez longue comparable au climat d'origine des Cassythes, des graines placées en juin dans du terreau ont germé au bout de cinq semaines, et au bout de trois mois les jeunes plantes avaient atteint une longueur de 8 centimètres environ.

De nombreux essais de germination faits en serre ou en étuve par 20-22 degrés m'ont montré que l'apparition du germe demande, si la graine est bien saine, toujours plus d'un mois. La suite de la croissance est toujours lente. Au bout de

quatre mois, les jeunes plantes ont la forme d'un mince filament vert de 14 ou 15 centimètres de longueur, en moyenne.

Ces divers essais qui, naturellement, gagneraient à être faits dans la patrie même de ces végétaux, suffisent cependant pour nous donner une moyenne assez rapprochée de la réalité et nous convaincre du temps relativement long du premier développement de la plante parasite.

Les graines conservent leur faculté germinative pendant deux ans. Au bout de ce temps, cette faculté s'atténue rapidement, et à la troisième année 2 ou 3 p. 100 de graines seulement arrivent à germer avec une extrême lenteur.

La graine est entourée d'une enveloppe générale formée par son tégument propre et par l'endocarpe sclérifié du fruit, un achaine, qui lui forme un noyau résistant. Au moment où la germination commence, cette graine a atteint en se gonflant, environ le double de son volume primitif. La pointe radiculaire se fait jour à travers le micropyle (fig. 1, *a*) et sous cet effort le tégument général se rompt en deux valves, correspondant chacune à un cotylédon. La graine reste généralement en place dans le sol : les cotylédons ne s'épanouissent donc pas, ils restent même recouverts des débris du noyau. La partie inférieure de l'hypocotyle s'enfonce dans la terre, tandis que la région supérieure, à partir

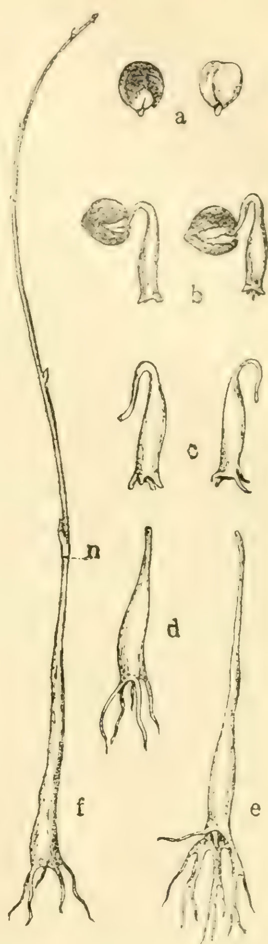


Fig. 1. — Développement du *Cassytha filiformis* : *a*, début de la germination de la graine ; graine recouverte de son tégument et graine nue ; *b*, stade plus avancé de la germination, naissance des quatre racines latérales exogènes de la base de l'hypocotyle et de la racine terminale ; *c*, *d*, région terminale renflée de l'hypocotyle avec ses racines latérales et terminale ; *e*, racines latérales concrescentes entourant une petite racine terminale ; *f*, jeune plant de *Cassytha* âgé de cent vingt-huit jours ; *n*, cicatrices cotylédonaires. Gr. nat.

du niveau d'attache des cotylédons, s'élève progressivement, par accroissement intercalaire, au-dessus de la surface du sol (fig. 1 ; *b*, *c*).

La pointe de la tigelle étant encore enfermée dans la graine, il en résulte dans la partie supérieure de l'hypocotyle une courbure dont la hauteur s'accentue de plus en plus jusqu'au moment où, le détachement cotylédonaire étant opéré, le sommet de la plante est porté au-dessus du sol. Peu à peu la voussure de la courbe s'élargit, la plante se redresse et son sommet commence ses mouvements de nutation.

Tel est le mode général de la germination de la graine ; cette germination est hypogée. Mais il arrive parfois que cette graine est soulevée au-dessus du sol et portée par la jeune plante, à son sommet, pendant un temps assez long et à une hauteur assez grande. On peut voir aussi la graine portée sur le dos d'une courbure au niveau du point d'attache des cotylédons, pendant que le sommet de la tigelle, après s'être fait jour entre les deux cotylédons et à travers la fente du tégument, s'élève verticalement dans l'air.

Description de la jeune plante. — Au sortir de la graine la partie inférieure de l'hypocotyle est renflée en massue et se termine par une surface arrondie au centre de laquelle se trouve une petite pointe qui représente la radicule. Au bout de quelques jours (fig. 1 ; *b*, *c*), si l'on regarde l'hypocotyle par dessous on remarque que, autour de la pointe radiculaire et de la surface arrondie de l'organe, se sont développées quatre petites verrues qui rapidement deviennent plus proéminentes que la pointe radiculaire centrale. Ces verrues en s'allongeant donnent naissance à quatre petites racines latérales entourant la racine terminale. Ces cinq racines qui terminent ainsi l'hypocotyle peuvent avoir déjà acquis leur développement maximum avant que la tigelle se soit dégagée de la graine; elles atteignent une faible longueur, environ 1 centimètre et demi ou 2 centimètres (fig. 1 ; *d*, *f*). Rarement la racine terminale atteint une taille aussi grande, le plus souvent même elle reste à l'état d'une très petite pointe placée plus ou moins au centre des quatre racines latérales. Par exception, j'ai vu des cas où la racine terminale est déjà assez fortement déve-

loppée au moment où apparaissent les quatre verrues qui donneront naissance aux racines latérales.

Les quatre racines latérales appartiennent à l'hypocotyle et non à la base de la racine terminale. Elles sont exogènes comme nous le verrons plus loin et naissent, à la manière d'un bourgeon, du cloisonnement d'une cellule épidermique et de quelques cellules corticales.

A première vue, ces racines semblent être insérées à un même niveau et en croix. Mais des coupes sériées transversales montrent qu'en réalité elles sont insérées sur une spire très surbaissée, par paires situées dans des plans verticaux ne se coupant pas tout à fait à angle droit. En somme, elles naissent à quatre niveaux différents séparés par des intervalles insensibles. L'ordre de croissance de ces racines se fait de la base de l'hypocotyle vers le sommet. Si aucun obstacle rencontré dans le sol n'a dérangé leur orientation primitive, le système des racines latérales se montre bien nettement formé de deux paires symétriques ; si les racines ont été déviées dans un sol peu homogène, cette régularité peut être moins apparente et parfois même fort troublée. Mais la structure anatomique d'une coupe transversale pratiquée au niveau à peu près commun des quatre racines, montre toujours la symétrie de leur disposition.

Les cinq racines, ainsi que toute la surface inférieure de l'hypocotyle, formée en somme par leurs bases réunies, sont couvertes de poils absorbants courts, renflés en tête, avec noyau ovoïde. Ces poils couvrent les racines latérales jusqu'à une assez courte distance du sommet ; ils sont souvent assez bien disposés en quatre bandes longitudinales de plusieurs files chacune. Sur une racine terminale, lorsqu'elle prend une certaine extension, le système pilifère est important : les poils sont plus longs que sur les racines latérales, toutes les cellules périphériques se transforment en poils jusqu'à la cellule terminale elle-même. Ce poil terminal sur le sommet extrême de la racine terminale, montre même, avec facilité, que ce sommet se termine par une cellule unique.

Mais il est très fréquent de voir l'hypocotyle se terminer non par cinq racines, mais par un faisceau de racines plus

nombreuses ; on en peut compter parfois une douzaine. Il peut arriver que, par suite de déviations éprouvées par la croissance et dues aux obstacles rencontrés dans le sol, on ne puisse reconnaître aucun ordre apparent dans la disposition de ces racines fasciculées. Il faut alors recourir à la coupe anatomique pour démêler la véritable symétrie de leur système. Mais souvent un peu d'attention suffit pour cela, dans l'examen à l'œil nu. On remarque alors, au centre, la racine terminale généralement très courte et autour d'elle, comme précédemment, quatre troncs primordiaux mais qui, à partir d'une certaine distance, se sont divisés en plusieurs branches, soit à un même niveau, soit à des niveaux différents. On a toujours, en somme, un système de quatre racines latérales, mais qui, au lieu d'être simples, comme les précédentes, sont formées, comme nous le verrons plus loin, par plusieurs racines concrescentes devenant libres à une distance plus ou moins grande de la base de leur tronc commun. Dans la figure 1, *c*, on voit un faisceau de onze racines ; une seule racine latérale est normale, les trois autres sont formées par la concrescence de trois racines qui deviennent libres à des niveaux différents ; au centre se trouve la courte racine terminale.

Dans l'exemple ci-dessus qui est assez fréquent, ce sont les quatre troncs radicaux principaux qui sont formés de plusieurs racines concrescentes. Mais d'autres fois, les troncs radicaux demeurent simples ; il n'y a en tout, à la base de l'hypocotyle, que les quatre racines latérales normales, mais elles ont été entraînées entre elles et même avec la racine terminale par des concrescences à divers degrés. Ainsi, l'on pourra observer : une racine terminale concrescente avec deux racines latérales, tandis que les deux autres sont libres ; ailleurs on pourra voir trois racines latérales en concrescence, pendant un certain parcours, et devenir libres chacune à son tour à des niveaux différents. Ces dispositions sont très diverses, mais toujours l'on y reconnaît les quatre troncs normaux primordiaux avec leurs points d'insertion habituels.

A partir du niveau spiralé surbaissé d'insertion des quatre racines latérales, niveau qui coïncide avec la partie la plus renflée de l'hypocotyle, ce dernier va en s'amincissant progressi-

vement et au niveau de la cicatrice des cotylédons l'axe hypocotylé a l'aspect filiforme (fig. 1). Au moment du détachement cotylédonaire, où la plantule encore recourbée dégage librement son sommet au-dessus du sol, la plus grande partie de cette plantule est formée par l'hypocotyle. La jeune tige, au-dessus des cicatrices cotylédonaires, est réduite à un mince et très court filament; ainsi, dans une plantule de 25 millimètres, plus de 20 appartiennent à l'axe hypocotylé. Cet état de prédominance de l'hypocotyle persiste souvent pendant plus de deux mois après la germination, car la croissance est lente. Peu à peu la croissance augmente de vitesse ; la nutrition assurée par les racines est encore accélérée par les réserves accumulées dans la partie renflée de l'hypocotyle, qui nourrissent les parties supérieures ; mais cette croissance n'est pas très rapide cependant, ainsi que le montre la figure 1, *f*, qui représente l'état d'une jeune plante au bout de cent vingt-huit jours, à partir de la mise en germination de la graine. Dans cette plante, l'hypocotyle a 47 millimètres, la tige épicotylée en a 85 avec quatre entrenœuds bien développés au-dessous du bourgeon terminal. Chaque nœud est marqué par une petite écaille représentant une feuille rudimentaire.

Pendant que la plante s'allonge ainsi avec lenteur, sa pointe effectue un mouvement de circumnutation dans le sens inverse de celui du mouvement des aiguilles d'une montre. En plein jour, de neuf heures du matin à six heures du soir, par une température moyenne de 21°, à la lumière diffuse, la pointe effectue un tour et demi ou deux tours.

Tant que la plante est ainsi nourrie par les racines et par les réserves de la région renflée hypocotylaire, elle n'a pas hâte d'installer ses suçoirs sur quelque plante hospitalière et de vivre en parasite.

Aussi la phase de vie libre du *Cassytha* est relativement longue. Si sa mince tige filiforme n'est pas soutenue, elle ne tarde pas à tomber sur le sol sous l'influence de son poids ; si elle peut trouver un appui sur des plantes voisines ou sur un support artificiel, elle s'y enroule en spires lâches ; elle est volubile. Avant d'avoir atteint une longueur de 20 à 30 centimètres, si la tige est enroulée autour d'un hôte, elle peut former un ou

deux suçoirs. Ces premiers suçoirs se développent peu ; au moyen de leur large disque adhésif, ils remplissent plutôt le rôle d'organes fixateurs que celui d'organes nourriciers. Ni les spires lâches de la plante, ni son appareil mécanique de soutien, encore peu développé du reste, ne permettent à la plante de se soutenir suffisamment, les suçoirs lui viennent en aide. La plante devient alors à la fois volubile et grimpante, caractère qu'elle possédera au plus haut degré pendant sa phase de vie parasitaire. J'ai pu conserver ainsi pendant près de huit mois des plants de *Cassytha* en phase de vie libre, c'est-à-dire toujours nourris par leurs racines et dédaignant de s'adresser aux plantes placées à proximité, sinon pour s'en servir de support. Au bout de ce temps cependant, les racines commençaient à se flétrir, la partie renflée de l'hypocotyle était vide et commençait à se dessécher ; c'était le moment pour le *Cassytha* de se fixer à des hôtes qui lui agréent.

Lorsque la jeune tige épicotylée se développe, elle forme des entrenœuds assez longs, sauf le premier entrenœud au-dessus des cotylédons qui reste toujours très court. Il y a donc toujours une petite écaille très voisine des cicatrices cotylédonaires. Si pendant le développement la jeune et mince tige vient à se casser, même au voisinage de cette première écaille, on voit naître à son aisselle, au bout de quelques jours, un ou deux rameaux filiformes latéraux qui évolueront à la place de la tige principale disparue et de la même façon.

Lorsque la plante s'est enfin définitivement fixée, au moyen de suçoirs bien développés, sur une plante hospitalière, la partie inférieure fixée au sol se flétrit et disparaît. La croissance est désormais rapide, des ramifications axillaires se développent en abondance et l'hôte est bientôt envahi par une végétation filamenteuse très serrée.

Ces plantes à végétation cuscutoïde diffèrent cependant des Cuscutes à de nombreux points de vue, ainsi que nous aurons l'occasion de le constater. Ces différences s'accusent dès le début et même sont particulièrement sensibles dans cette phase de vie libre.

D'abord, chez les Cuscutes la germination est rapide, même et surtout chez les espèces compatriotes des *Cassytha*, comme les

Cuscuta cassythoides, *C. timorensis*, *C. Lehmanniana*, etc., pour lesquelles vingt-quatre heures suffisent parfois par la température de 25° que réclame, pendant un mois, la graine des Cassythes pour produire son germe. L'aspect de la plantule filiforme de la Cuscute, avec sa tige infléchie au sommet par une cambrure est seule un peu comparable à celui de la plantule du *Cassytha*, mais la valeur morphologique de la partie recourbée n'est pas la même dans les deux plantes. En effet, la plantule d'une Cuscute est terminée aussi par une région renflée en massue qui appartient, ainsi que je l'ai montré (*loc. cit.*, p. 121), à la fois à la courte racine terminale, à la partie inférieure de la tige et, pour une part très réduite, à l'hypocotyle. Dans le *Cassytha* au contraire, nous venons de voir que l'hypocotyle constitue à lui seul la presque totalité de la plantule. Mais, en outre, différence importante, l'hypocotyle des Cuscutes ne porte aucune racine latérale, mais simplement une racine terminale toujours très courte et à vie très éphémère. Les matériaux de réserve accumulés dans la base renflée de la jeune plante suppléent euxmêmes pendant très peu de temps au rôle amoindri et même terminé de la racine. Aussi la Cuscute doit-elle, sous peine de périr, atteindre au plus tôt un hôte favorable. Les Cassythes sont donc fort bien outillés pour la vie libre, si on les compare aux Cuscutes ; aussi cette phase dure-t-elle longtemps chez les Cassythes, même plusieurs mois, tandis que chez les Cuscutes qui croissent sous les mêmes cieux, cette période ne dépasse guère vingt ou vingt-cinq jours.

CHAPITRE II

Structure anatomique des racines.

Racine terminale. — La racine terminale n'acquiert généralement qu'un faible développement ; rarement elle dépasse 5 millimètres de longueur. Elle provient, comme dans la plupart des plantes, de l'allongement de l'extrémité radiculaire de l'embryon. L'extrémité de la racine terminale offre les mêmes caractères que cette pointe radiculaire, aussi est-il intéressant de

connaître la structure de cette dernière. Du reste, lorsque la racine terminale est complètement développée, qu'elle s'est amincie par allongement intercalaire, que toutes les cellules périphériques se sont développées en poils absorbants, l'étude de ce sommet extrêmement ténu est rendue très difficile. Le sommet végétatif doit être étudié avant le développement complet de la racine, soit dans l'embryon lui-même, soit au début de la germination. On voit alors, au milieu de la surface arrondie qui termine l'hypocotyle, un mince filament flétri, de couleur brunâtre, terminé par une petite pointe. C'est ce qui reste

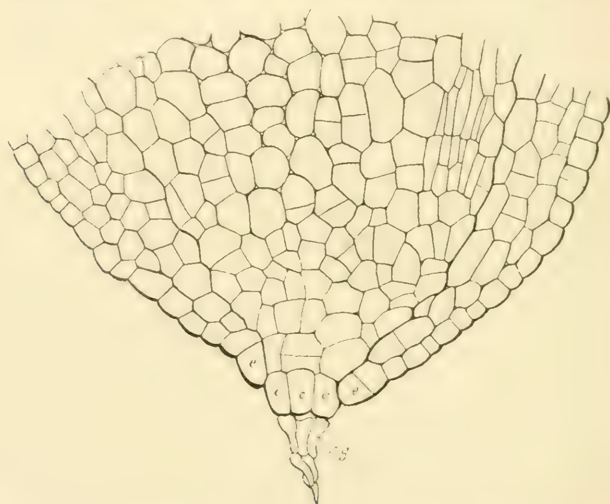


Fig. 2. — Coupe de l'extrémité radiculaire de l'embryon : *e*, cellules mères de l'épiderme et de l'écorce ; *c*, cellules mères du cylindre central ; *s*, suspenseur. Gr. 153.

du suspenseur de l'embryon qui finit par disparaître pendant les premiers jours de la germination ; c'est sous l'emplacement de ce filament, en un point extrêmement petit, que se trouve le sommet radiculaire de l'embryon et, par conséquent, le sommet végétatif de la racine terminale. Des coupes exactement axiles sont donc particulièrement délicates à opérer. Examinons une telle coupe (fig. 2) : on y remarque souvent cinq cellules terminales rangées en une assise unique et qui sont les initiales, débouchant à l'extérieur, des principales régions de la racine. Les deux cellules extrêmes dont le premier segment se dédouble immédiatement donnent naissance au parenchyme cortical de l'organe, dont la première assise périphérique devient l'assise

pilifère. Dans l'hypocotyle, cette assise pilifère se continue par l'épiderme.

Les cellules médianes sont les terminaisons libres du cylindre central de l'axe de l'embryon et les initiales du cylindre central de la racine terminale. Très près du sommet se dessinent déjà les cordons procambiaux qui donneront plus tard naissance aux faisceaux conducteurs. C'est au-dessous de ces cellules médianes qu'adhèrent encore les restes du suspenseur (fig. 2). Si l'on examine à plat la surface du sommet végétatif, on remarque que ce sommet est occupé par une cellule centrale entourée d'une couronne d'autres cellules. Ces cellules en rosette sont les initiales du cylindre central. L'assise circulaire qui entoure cette rosette est l'assise initiale de l'écorce et de l'assise pilifère. Lorsque la croissance de l'organe est terminée, presque toutes les cellules, jusqu'à la cellule apicale, se prolongent, ai-je dit, en poils absorbants.

Le sommet végétatif de la racine terminale a donc une structure très simple qui offre une grande analogie avec celle que l'on constate chez les Cuscutes. Chez ces dernières plantes, en effet, l'extrémité radiculaire de l'embryon ainsi que la racine terminale unique qui en découle, se termine, en coupe axile, par une assise de cellules libres dans lesquelles les deux extrêmes sont les initiales de l'écorce ; l'assise extérieure de cette écorce, isolée dès le sommet par dédoublement, devient l'assise pilifère. Parmi ces cellules, en dedans des cellules extrêmes, l'on remarque le plus souvent des initiales propres au parenchyme cortical interne. Mais il n'est pas rare cependant de voir, comme dans le *Cassytha*, à droite et à gauche des initiales du cylindre central, une cellule mère extrême destinée au parenchyme cortical tout entier et à l'assise pilifère.

Le sommet végétatif de la racine terminale des Cassythes, comme celui des Cuscutes, est donc incomplet si l'on compare sa structure au cas général des phanérogames. Nous savons que le plus souvent la racine procède du cloisonnement d'un groupe de cellules mères superposées en trois assises donnant la coiffe épidermique, l'écorce et le cylindre central. Dans ces plantes parasites, le phénomène d'édification de la racine présente donc un grand raccourcissement. Il n'y a ni coiffe ni épiderme

proprement dit; cylindre central et écorce se terminent librement au sommet de la racine par leurs initiales rangées en une petite plage superficielle. Le rôle protecteur de la pointe de la racine, généralement dévolu à la coiffe absente ici, est rempli par la plage terminale elle-même, grâce à un léger épaississement des parois cellulaires périphériques.

La plage superficielle d'initiales fournit par son développement la racine terminale qui reste toujours à l'état d'un filament mince et court.

A la base de l'hypocotyle, au point où cette région passe progressivement à la racine, on reconnaît, au sein d'un conjonctif homogène, quatre petits cordons conducteurs libéroligneux formés d'un nombre très réduit d'éléments. Le nombre quatre de ces cordons est rigoureux et correspond, comme nous le verrons plus loin, à une harmonie très intéressante de structure. Très rapidement, au-dessous de l'assise périphérique, le conjonctif total se réduit considérablement; les cordons conducteurs perdent de leurs éléments, se rapprochent, se soudent pour former sous le sommet un cordon unique qui finit par n'avoir plus guère qu'une file de vaisseaux. Ces vaisseaux sont finement réticulés, après avoir débuté au-dessous de l'hypocotyle, par de grosses ponctuations, puis par de larges rayures. Vers la région moyenne de la petite racine terminale, la partie du conjonctif qu'on peut attribuer à l'écorce est parfois si réduite qu'il se pourrait même qu'elle fût simplement composée de son unique assise externe périphérique, c'est-à-dire de l'assise pilifère. Dans les racines les plus minces cette assise enveloppe simplement le cordon conducteur avec le conjonctif qui réunit ses éléments vasculaires et libériens.

Vers le haut, l'assise pilifère est formée de cellules allongées, entremêlées de cellules courtes; ce sont ces dernières qui se prolongent en poils renflés en tête. Un peu plus bas les cellules deviennent plus courtes et enfin isodiamétriques, et avec cet aspect régulier de cellules épidermiformes que n'a pas, en général, le vrai épiderme des racines latérales. Il n'est pas rare, ai-je dit, de voir presque toutes les cellules périphériques se prolonger en poils, même les cellules terminales, y compris la cellule apicale. Dans ce cas, cette cellule apicale se distingue avec faci-

lité, sans coupes, en examinant simplement la petite racine entière, légèrement écrasée entre deux lames de verre.

Racines latérales. — Ces racines sont exogènes et naissent, à la base de l'hypocotyle, avec la disposition et dans l'ordre décrits plus haut. Au bout d'une quinzaine de jours après l'apparition du germe à travers le micropyle, on voit naître les bourgeons formateurs de ces racines. La petite racine latérale, à sa naissance, a la forme d'un cône à large base; elle s'accroît d'abord par sa pointe, mais bientôt un allongement intercalaire général lui donne l'aspect d'un mince filament.

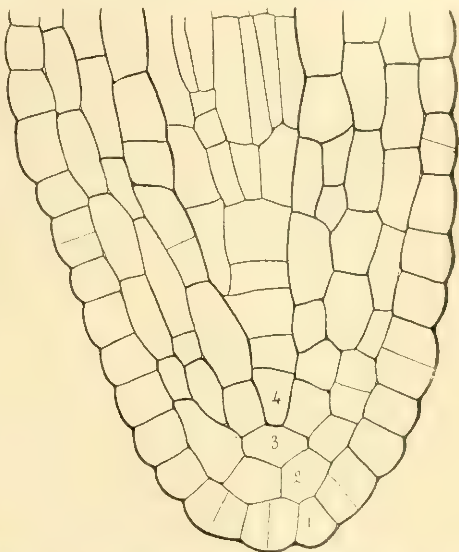


Fig. 3. — Extrémité de racine latérale : 1, épiderme; 2, 3, écorce; 4, cylindre central. Gr. 288.

Si l'on examine la coupe axile d'une de ces racines (fig. 3), on voit qu'à l'extrémité se trouvent quatre groupes de cellules initiales. Les initiales 1 donnent l'épiderme qui se continue par l'épiderme de l'hypocotyle ; les initiales 2 et 3 forment l'écorce ; enfin les initiales 4 donnent le cylindre central. Ces groupes d'initiales renferment très peu d'éléments et même peuvent se réduire à un seul. Ainsi, dans la racine représentée par la figure précitée, la deuxième assise corticale se termine par une cellule mère apicale ; la jeune écorce se termine en un cône effilé à l'intérieur duquel se trouve une cellule unique, début d'une file de cellules qui, à une certaine hauteur, se dédoublent par des cloisonnements longitudinaux pour former le cylindre central.

Au sommet de la racine, les membranes externes des cellules épidermiques ne sont pas plus cutinisées ni plus épaissies que sur le reste de l'épiderme. La pointe ne possède donc aucun appareil protecteur d'aucune sorte.

L'épiderme est pilifère. Les poils sont courts, cylindriques ou légèrement renflés au sommet ; la membrane est légèrement cutinisée mais peu épaisse. Les cellules qui ne se prolongent pas en poils sont allongées.

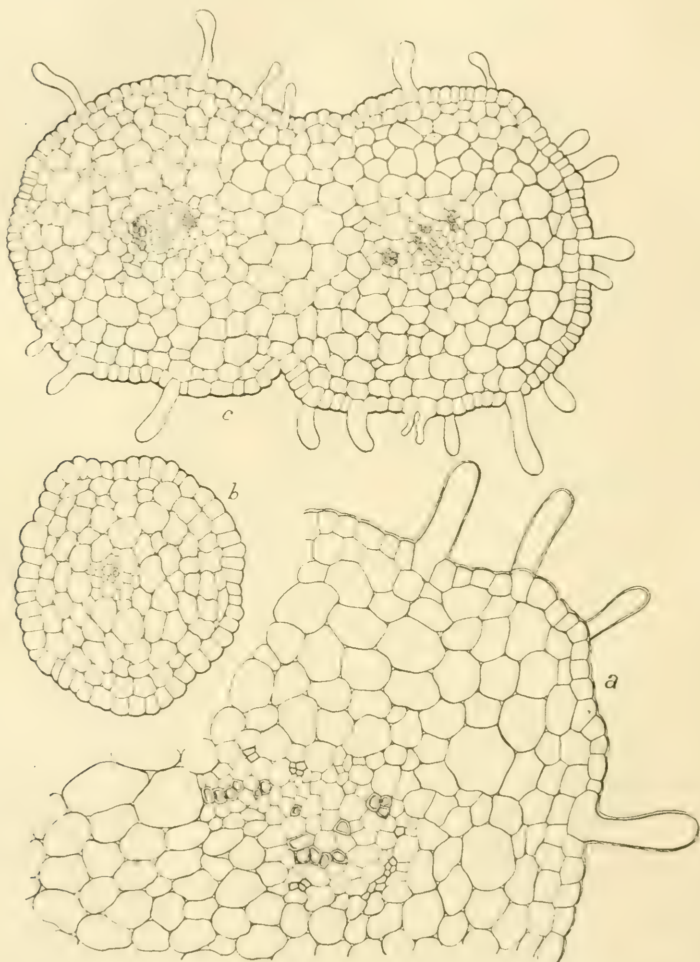


Fig. 4. — Structure de la racine latérale : *a*, région moyenne ; *b*, coupe vers l'extrémité. Gr. 133. — *c*, deux racines concrescentes. Gr. 82.

Dans la région moyenne de la racine, l'écorce est formée de six ou sept assises irrégulières de cellules polygonales à petits méats (fig. 4, *a*). Le cylindre central est formé d'un conjonctif de cellules plus petites, mais de même forme que celles de l'écorce, formant un étroit cordon au centre de la racine. Géné-

ralement, sur les bords du tissu central, mais parfois aussi disséminés jusque vers le centre, se trouvent d'étroits faisceaux de tubes criblés se distinguant très bien par leurs cloisons un peu épaisses. Les plus gros de ces faisceaux sont formés de cinq ou six tubes ; il y a des tubes criblés isolés. Noyés dans le conjonctif central, sans ordre, sans corrélation ni comme nombre ni comme position avec les cordons libériens, se trouvent un certain nombre de cordons vasculaires formés d'un petit nombre d'éléments ; il y a aussi des vaisseaux isolés. L'appareil vasculaire est un peu plus important que l'appareil libérien, et possède en tout une moyenne de quinze ou seize vaisseaux. Il n'est pas rare, à certains niveaux, de ne voir qu'un petit faisceau libérien vers le centre, entouré de trois ou quatre groupes vasculaires plus périphériques. A mesure que l'on descend vers la pointe de la petite racine, le conjonctif central se réduit de plus en plus, les cordons conducteurs se rejoignent, se soudent, diminuent ainsi de nombre, de même que diminue aussi le nombre de leurs éléments. Non loin du sommet, l'écorce n'a plus guère que trois ou quatre assises, le cylindre central très réduit ne contient bientôt plus qu'un seul faisceau vasculaire et un seul faisceau libérien de peu d'éléments. Vers le sommet enfin, il n'y a plus qu'un élément vasculaire (fig. 4, *b*).

Tous les éléments de la racine sont allongés ; dans l'écorce externe formée par les initiales 2 les cellules sont plus petites que dans la zone interne. Les cellules allongées du parenchyme cortical ou du cylindre central ont leur membrane ornée de petites ponctuations irrégulières comme formes et comme dimensions, réunies çà et là en petits groupes, transversalement orientées quand elles sont elliptiques ou allongées. Les faces transversales sont criblées de fines ponctuations irrégulières.

Vers la base de la racine, sous l'hypocotyle, les vaisseaux sont à grosses ponctuations simples, à ponctuations aréolées, à ponctuations allongées formant des vaisseaux presque scalariformes. Peu à peu les ponctuations passent à la rayure. Vers l'extrémité de la racine la membrane des vaisseaux est ornée de fines rayures irrégulières dessinant un réseau à larges mailles. La différenciation des éléments vasculaires s'arrête à une certaine distance de la pointe, à peu près au niveau où commence la

zone des poils absorbants épidermiques. A ce niveau on trouve de jeunes vaisseaux munis de leur noyau longuement allongé en fuseau.

Les tubes criblés sont des éléments allongés et étroits portant des cribles transverses horizontaux ou légèrement obliques à pores très fins. Les parois longitudinales portent des ponctuations allongées transversalement, très serrées, et criblées de pores d'une extrême finesse. Beaucoup de tubes criblés sont munis de cellules compagnes (fig. 15, *b*).

La structure générale de ces racines latérales, notamment la disposition des faisceaux, ne rappelle en rien l'organisation des racines ordinaires. On peut, en somme, considérer le petit cylindre central de ces racines latérales de *Cassytha* comme un simple cordon procambial issu d'une cellule terminale, et dans lequel se différencie peu à peu un faisceau conducteur dont les files libériennes et vasculaires vont en se ramifiant et et se disséminant.

Racines concrescentes. — J'ai dit plus haut que lorsqu'il existe plus de quatre racines, ce qui est fréquent, le fait est dû à la concrescence de plusieurs racines nées de quatre troncs principaux qui ont la même signification que les quatre racines simples. Chaque groupe de racines concrescentes est dû à ce que, au point où d'ordinaire ne se développe, à la base de l'hypocotyle, qu'un seul bourgeon exogène, s'en développent plusieurs côte à côte. Ces bourgeons, emportés par une croissance intercalaire basilaire commune, forment un tronc commun de racines qui ne se mettent à croître isolément qu'à une distance plus ou moins grande de la base et à des niveaux différents. La coupe transversale dans le tronc commun à deux ou trois racines concrescentes, à n'importe quel niveau, montre qu'il n'y a jamais fusion complète de ces racines ; les cylindres centraux sont toujours indépendants (fig. 1, *c*). Nous verrons plus loin la raison anatomique de ces racines concrescentes.

CHAPITRE III

Anatomie de l'hypocotyle.

Structure générale. — Étudions d'abord la structure de l'hypocotyle telle qu'elle se présente en coupes longitudinales et transversales pratiquées vers la base de l'organe, dans la

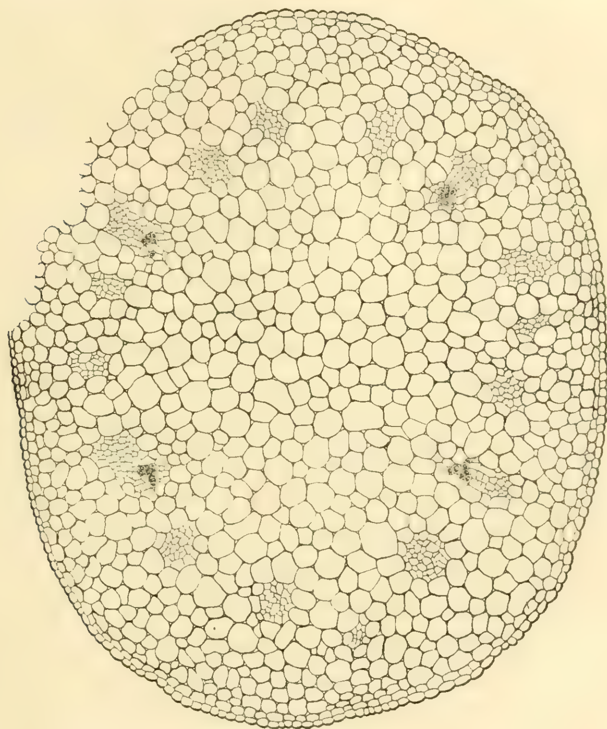


Fig. 5. — Section transversale dans la région renflée de l'hypocotyle. Gr. 60.

région renflée, et dans une plantule de 8 à 10 centimètres de longueur (fig. 5).

L'épiderme est légèrement cutinisé, mais à parois minces. A partir de là s'étendent jusqu'au centre une vingtaine d'assises irrégulières de cellules plus ou moins arrondies dont le diamètre va en augmentant de la périphérie au centre. Examiné en coupe transversale, tout le tissu entouré par

l'assise périphérique a l'aspect d'un conjonctif amylacé homogène au sein duquel n'apparaît aucune différenciation d'endoderme ni de péricycle. Cependant, avec un peu d'attention l'on peut remarquer que la cinquième ou sixième assise sous-épidermique est plus riche en amidon que les autres. Sous l'action de l'eau de Javel, l'amidon persiste dans cette assise, plus longtemps que dans les autres. Cette assise limite l'écorce proprement dite.

En dedans de cette assise se trouvent rangés, en cercle, les faisceaux conducteurs. Le nombre total de ces faisceaux n'est pas rigoureusement fixe, il oscille entre 14 et 16, dépassant rarement ce dernier nombre. Au stade représenté par la figure 5, tous les faisceaux sont libériens, à l'exception de quatre faisceaux qui sont libéroligneux. A des stades plus âgés, ou à des niveaux plus élevés de la même plantule, on trouve quelques éléments vasculaires adjoints aux faisceaux primitivement libériens et les transformant en faisceaux complets avec prédominance du liber; mais toujours l'on reconnaît, par leur position et par leur importance, les quatre faisceaux libéroligneux qu'on peut nommer *primordiaux*. Ce nombre quatre des faisceaux primordiaux fait sentir déjà la corrélation, que nous étudierons plus loin, existant entre eux et les quatre racines latérales.

Dans cette région, l'épiderme est à petites cellules plus longues que larges; les faces internes et radiales portent un fin granulé de petites ponctuations, avec, çà et là, quelques ponctuations plus grandes et allongées transversalement. La première assise sous-épidermique est à cellules à peu près identiques mais un peu plus larges. Les trois assises qui suivent sont à cellules allongées, mais plus larges que les précédentes. Les parois tangentielles sont minces, ornées d'un semis de petites ponctuations ; les parois transversales ont un semis encore plus fin sur le fond duquel tranchent quelques ponctuations plus grosses, espacées et arrondies ; les faces longitudinales portent aussi des ponctuations plus grosses, irrégulières et rapprochées en petits groupes. Viennent ensuite deux assises de cellules à peu près isodiamétriques dont la dernière, en coupe longitudinale, représente nettement l'endo-

derme qui, en coupe transversale, se remarque difficilement.

A un niveau plus élevé, cette assise endodermique, vue en coupe longitudinale, devient plus nette encore, mais déjà, en face des faisceaux et çà et là en quelques points entre les faisceaux, elle prend le caractère curieux sur lequel nous insisterons plus loin ; contre l'endoderme, on voit de longues et larges cellules, en une ou deux files longitudinales et par groupes tangentiels de deux environ ; ces cellules s'appuient longitudinalement contre six ou sept cellules endodermiques, et, à leurs deux extrémités, contre deux cellules endodermiques plus grandes, auxquelles nous donnerons plus loin, à cause de leur forme, le nom de cellules *en marteau* (fig. 10) ; ces cellules allongées possèdent un long noyau en fuseau ou recourbé en S. Ce sont les cellules mères des paquets de fibres qui plus haut, en face des faisceaux, sont complètement différenciées et qui représentent, en ces points, le péricycle.

Le liber est formé d'un paquet de tubes criblés et de parenchyme libérien à éléments étroits et allongés ; les plus longs tubes criblés sont à la périphérie. Les cribles transversaux sont horizontaux ou plus ou moins obliques, mais simples et à pores très fins. Les faces longitudinales sont ornées de plages criblées transversalement orientées, à pores d'une extrême finesse ; ces plages sont très serrées et alors de formes irrégulières, ou bien, espacées et, dans ce cas, elliptiques ; elles sont rangées en une ou deux files plus ou moins parallèles. Les tubes criblés portent souvent des cellules compagnes. Les tubes les plus longs, qui sont placés vers la périphérie des faisceaux, sont souvent à parois longitudinales lisses.

Les premiers vaisseaux formés dans les faisceaux primordiaux sont spiralés et finement rayés. De bonne heure apparaît une zone cambiale ; les vaisseaux nouveaux sont de larges éléments à ponctuations aréolées disposées en une ou deux files parallèles. La pointe des faisceaux primordiaux est entourée, comme cela a lieu dans presque toutes les plantes, d'une bordure de cellules petites et minces dont les parois vont en rayonnant autour des vaisseaux primitifs. Les vaisseaux sont tous fermés.

Les cellules de la moelle sont courtes, vers le centre seulement elles sont un peu plus longues que larges.

Voyons maintenant comment se différencient les tissus de l'hypocotyle, de la base au sommet.

L'épiderme, d'abord à parois minces, épaissit légèrement ses parois externes et prend le caractère régulier des épidermes en général. Ce caractère normal est atteint complètement dans la partie mince de l'hypocotyle. De la base au sommet on trouve de nombreux stomates, semés d'abord irrégulièrement et verticaux. Peu à peu c'est un mélange de stomates verticaux et plus ou moins obliques ou horizontaux. Au-dessus des cicatrices cotylédonaires, c'est-à-dire dans la vraie tige, l'orientation transversale s'accentue et l'on arrive enfin aux stomates uniquement horizontaux et rangés en file dont la régularité atteindra son maximum dans la tige adulte. C'est la disposition curieuse qui a frappé beaucoup les premiers observateurs.

Au centre de la moelle il n'est pas rare de voir se former, par déchirement des tissus, une lacune offrant des solutions de continuité.

En avançant vers le niveau d'insertion des cotylédons, les membranes de l'écorce s'épaississent légèrement, les cellules s'arrondissent, le tissu prend un aspect plus compact. Au-devant des faisceaux se forment peu à peu des paquets de fibres d'origine péricyclique, provenant de la division longitudinale et de la différenciation des longues cellules dont j'ai parlé plus haut. Chaque paquet est formé de sept ou huit éléments. En outre, des paquets analogues mais plus petits s'installent çà et là entre deux faisceaux conducteurs. Les fibres sont striées dans deux sens qui se croisent et portent des ponctuations en fentes dans le sens des stries. Elles sont à membranes épaisses, élastiques, mais jamais sclérifiées, assez longues et terminées en pointe ou en biseau.

Les faisceaux uniquement libériens de la base deviennent peu à peu complets par adjonction d'éléments vasculaires fermés. Ce sont des vaisseaux à larges ponctuations, presque scalariformes, entremêlés de vaisseaux à petites ponctuations et de quelques vaisseaux à un ou deux rangs de ponctuations aréolées. Les faisceaux libéroligneux primordiaux se font

toujours remarquer par leur importance et leur position caractéristique ; des vaisseaux à grosses ponctuations simples et à ponctuations aréolées viennent en augmenter l'épaisseur. Çà et là les parties ligneuses de quelques faisceaux tendent à se réunir par un pont de bois formé de vaisseaux à petites ponctuations et de fibres scléreuses. C'est le début d'un anneau qui sera complet dans la tige, et contre lequel, en bordure de la moelle, commencent à se montrer quelques-uns de ces énormes vaisseaux à multiples rangs d'aréoles, qui contribueront à donner plus tard à la tige adulte, son aspect caractéristique.

Dans quelques faisceaux libéroligneux l'on aperçoit, entre le paquet de fibres péricycliques et le liber, une grande lacune qui constitue un appareil libérien très curieux qui n'acquerra toute l'ampleur de son développement que dans la tige adulte parasite et que nous étudierons plus loin. Ces lacunes commencent à se montrer dès la base, mais en petit nombre ; vers le niveau des cicatrices cotylédonaires on en compte à peine cinq ou six.

Cette différenciation des faisceaux libéroligneux qui, de la base au sommet, s'est fait remarquer par une formation ligneuse de plus en plus marquée, après avoir passé par un certain maximum, devient régressive dans le voisinage des cicatrices cotylédonaires. Les éléments vasculaires deviennent de moins en moins nombreux, ils s'éteignent complètement dans plusieurs vaisseaux qui redeviennent purement libériens. Dans les quatre faisceaux primordiaux eux-mêmes, il y a une perte sensible d'éléments ligneux. Les lacunes libériennes déjà rares diminuent aussi, les fibres péricycliques prennent des parois plus minces.

Course des faisceaux dans l'hypocotyle. — Pour bien comprendre la curieuse disposition de l'appareil conducteur dans l'axe hypocotylé, suivons d'abord la course des faisceaux dans une jeune plantule un peu après que l'hypocotyle s'est fait jour à travers la graine, par conséquent avant la naissance des racines latérales. La figure 6 représente schématiquement un cas des plus fréquents.

A la base de l'hypocotyle se trouvent organisés quatre cordons procambiaux qui peu à peu se différencient en faisceaux

libéroligneux. C'est l'origine des quatre faisceaux primordiaux que nous avons déjà vus. Le liber se forme le premier, puis le bois progressivement et à différents niveaux pour les divers faisceaux (*a*, *b*, *c*). Au début, la partie vasculaire est formée de un, deux ou trois éléments spiralés et finement annelés. Bientôt la partie libérienne de ces quatre cordons se ramifie à un ou deux degrés à droite et à gauche de leur position première (*c*). A un certain niveau, on compte un certain nombre de faisceaux

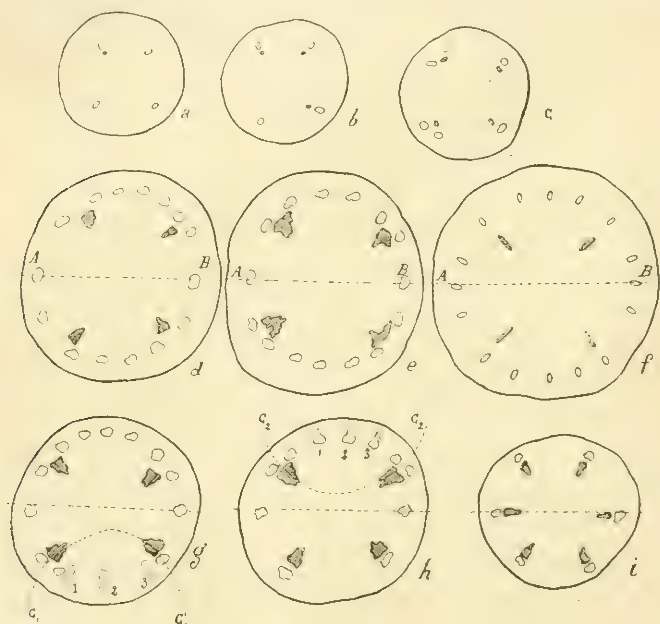


Fig. 6. — Schéma représentant la disposition des faisceaux dans l'hypocotyle. Passage de ces faisceaux dans les cotylédons et dans la tige.

libériens intercalés aux faisceaux libéroligneux primordiaux et même, très souvent, simplement intercalés aux pôles vasculaires de ces faisceaux (*d*, *e*). En effet, à ce stade jeune, par suite de la ramification de la partie libérienne des faisceaux primordiaux, leur partie vasculaire n'est pas toujours exactement superposée à une partie libérienne. Les cordons libériens contigus aux faisceaux vasculaires oscillent à droite et à gauche du pôle vasculaire (*d*, *e*). Mais dans ce cas, l'on reconnaît bientôt celui de ces cordons de liber qui appartient en propre à chaque faisceau libéroligneux primordial, surtout dès que

de nouveaux éléments ligneux se sont formés et qu'une légère activité cambiale se fait sentir.

Ces faisceaux libériens ne sont pas répartis en nombre égal entre les quatre faisceaux vasculaires ou entre les quatre faisceaux libéroligneux primordiaux, parce que leur nombre total n'est pas toujours un multiple de 4. Les faisceaux primordiaux ne sont pas placés exactement en croix, mais limitent deux arcs généralement obtus, au-dessus et au-dessous de la ligne AB, qui déterminent dans l'hypocotyle une symétrie bilatérale. Cette symétrie n'est autre que celle de l'embryon lui-même. Elle se dessine parfois avec clarté dès la base, au-dessus du futur niveau d'insertion des racines latérales. Chaque arc obtus correspond donc à la position d'un cotylédon (fig. 5 et fig. 6).

Dans la figure 6, le plan de symétrie est représenté par la ligne AB qui passe par deux faisceaux libériens. A droite et à gauche de chacun de ces faisceaux s'en trouve généralement un autre ; en un mot, dans les arcs aigus délimités par les quatre groupes primordiaux, il y a généralement trois faisceaux libériens. Le nombre total des faisceaux libériens y compris ceux qui appartiennent aux faisceaux complets primordiaux, est variable, de 13 à 16 en général. Le nombre 15 est fréquent; c'est le cas représenté par la figure 6, *d*, *e* ; le nombre 16 n'est pas rare. Il arrive même, dans des cas de 15 ou 14 faisceaux, de trouver, en cheminant de bas en haut, des rudiments de un ou de deux faisceaux qui s'éteignent après un petit parcours. Tout cela nous autorise à considérer le nombre 16 comme le nombre total primitif des faisceaux libériens dans l'hypocotyle de cette plante où le parasitisme a amené de nombreuses et diverses réductions.

Dans ce cas de 16 faisceaux, entre chaque faisceau libéroligneux primordial, s'intercalent 3 faisceaux libériens ; le schéma *f* reconstitue alors cette structure primitive et représente du reste un cas qu'il n'est pas rare de rencontrer tout réalisé.

Telle est l'organisation de l'appareil conducteur à un stade jeune. Nous avons vu plus haut comment cette structure se différencie avec l'âge de l'hypocotyle. Les faisceaux libériens

deviennent peu à peu des faisceaux complets par l'adjonction de quelques éléments vasculaires. La partie libérienne reste longtemps prépondérante et parfois toujours; de plus, on a vu plus haut qu'en arrivant vers le niveau des cicatrices cotylédonaires, ces faisceaux subissent une différenciation régressive et perdent de nouveau leur bois pour redevenir libériens. Deux faisceaux libéroligneux voisins tendent çà et là à réunir par un arc ligneux leur partie vasculaire; il y a là un essai d'anneau ligneux complet réunissant le bois de chaque faisceau, anneau qui sera réalisé complètement dans la tige adulte, surtout pendant la vie parasitaire. Il n'est pas rare de voir se constituer dans les faisceaux primitivement simplement libériens ou au-dessus des faisceaux restés libériens, une zone cambiforme destinée à n'aboutir à aucun résultat de différenciation et même à disparaître au bout d'un certain parcours.

On a donc sous les yeux une indication de la structure ancestrale de la plante parasite et il semble que l'on assiste à un essai infructueux pour parvenir à réaliser une organisation plus complète. Les faisceaux libériens semblent bien représenter de primitifs faisceaux libéroligneux normaux dont la partie vasculaire s'est atrophiée et ne reparaît plus que d'une manière irrégulière, restreinte et éphémère.

Entrée des faisceaux dans les cotylédons. Passage de l'hypocotyle à la tige. — Lorsque les cotylédons tiennent encore à l'hypocotyle, ce dernier présente la structure du stade jeune où les faisceaux, à l'exception des quatre primordiaux, sont encore tous libériens (fig. 5 et fig. 6).

Avant d'arriver aux cotylédons, la symétrie bilatérale de l'hypocotyle s'accentue (fig. 6, *g*, *h*). Les faisceaux libériens extrêmes des arcs cotylédonaires *cc'* tendent à se rapprocher de plus en plus, chacun, du faisceau primordial voisin, et viennent remplacer sa partie libérienne. Il en résulte que bientôt, il n'y a plus dans l'hypocotyle à 16 faisceaux, par exemple, que 12 faisceaux seulement.

Comme cela a lieu dans la plupart des plantes, les cotylédons sont insérés à des niveaux un peu différents. Arrivés aux cotylédons, les faisceaux y pénètrent successivement du centre de l'arc à la périphérie. Ainsi les faisceaux intermédiaires

1, 2, 3 (fig. *g*) entrent les premiers ; ensuite entrent, par moitié environ, les faisceaux primordiaux. Des faisceaux réparateurs libéroligneux viennent se souder aux faisceaux primordiaux disparus et pénètrent dans la tige. A un niveau un peu supérieur (*h*), le même phénomène se produit pour l'autre trace cotylédonaire symétrique ; deux nouveaux réparateurs viennent remplacer les deux autres faisceaux primordiaux disparus. Les faisceaux libériens intermédiaires ne sont pas réparés et laissent une large brèche entre les faisceaux primordiaux. Au-dessus des cotylédons, dans la tige, il ne reste donc plus que les quatre nouveaux faisceaux primordiaux et les deux faisceaux de l'axe AB qui seuls, de tous les faisceaux hypocotylaires, ont pénétré dans la tige. Il y a donc en tout, dans la tige, six faisceaux (*i*).

Lorsque les cotylédons sont tombés, ne laissant que leurs cicatrices à la surface de l'épiderme, que la jeune plante a un peu grandi, la course des faisceaux est évidemment la même, mais ces derniers ont une structure un peu plus compliquée par suite des différenciations survenues que nous avons décrites plus haut.

L'état de la tige, au-dessus des cicatrices cotylédonaires, à un stade où les différenciations ci-dessus sont à peu près complètes, est le suivant : les six faisceaux libéroligneux qui forment, à ce niveau, l'appareil conducteur caulinaire ont une partie ligneuse bien développée. La brèche produite par la sortie de la méristèle cotylédonaire se referme peu à peu par le rapprochement des faisceaux extrêmes et aussi par la formation d'un pont ligneux réunissant la partie ligneuse de ces faisceaux. Au-dessous de ce pont ligneux apparaissent même un ou deux cordons libériens détachés de la partie libérienne des faisceaux bordant la brèche. Le cercle total libéroligneux tend à se fermer de plus en plus, mais les quatre faisceaux primordiaux et les deux faisceaux A et B du plan de symétrie de l'hypocotyle se reconnaissent toujours avec netteté. L'un de ces faisceaux, B, venu de l'hypocotyle, est destiné à l'écaille caulinaire la plus âgée, toujours voisine du dernier cotylédon. Ce faisceau entre presque en ligne droite dans l'écaille, mais en partie seulement ; tous les vaisseaux s'éteignent à

l'entrée de l'écaille, sauf les éléments spiralés et annelés qui seuls y pénètrent. A l'aisselle de cette écaille naît un rameau caulinaire dont les faisceaux viennent se souder par deux ou trois branches aux faisceaux libéroligneux placés à droite et à gauche de la brèche produite par le départ du faisceau de l'écaille. Cette brèche est fermée et réparée avant le détachement complet de la jeune tige axillaire.

Passage des faisceaux de l'hypocotyle dans les racines. — Le passage des faisceaux de l'hypocotyle dans les racines est très intéressant. La figure 7 représente les principaux termes de ce passage dans une plante portant des racines adultes.

Un peu au-dessus du niveau d'insertion des racines, on voit tous les faisceaux s'orienter en quatre arcs dont la convexité est tournée vers le centre de l'hypocotyle et dont le sommet est occupé par un faisceau libéroligneux primordial (*a*, *b*). Chaque arc, dans le cas où le nombre total des faisceaux est de 16, contient 4 faisceaux. A mesure que l'on s'avance vers les bases des racines, la convexité des arcs augmente de plus en plus, les faisceaux prennent, en se dirigeant vers les racines, une direction de plus en plus oblique à l'axe. Bientôt les extrémités de deux arcs contigus finissent par se rejoindre pour former à leur tour des arcs très aigus à concavité tournée vers le centre de l'hypocotyle (*c*). Chacun de ces arcs nouveaux, R_1, R_2, R_3, R_4, est la trace d'une stèle de racine latérale ; aux extrémités de ces arcs encore contigus se trouvent encore les quatre faisceaux primordiaux F (fig. 7, *c*). Enfin, chacun de ces quatre faisceaux primordiaux se bifurque et, à ce moment, la séparation des stèles est accomplie (*d*, *e*, *f*) ; elles s'arrondissent de plus en plus à mesure que les racines dans lesquelles elles pénètrent se détachent de l'hypocotyle.

On voit donc que les racines latérales exogènes prennent naissance entre deux faisceaux libéroligneux primordiaux, et que l'appareil conducteur de chaque racine est formé des deux moitiés des faisceaux primordiaux entre lesquels elle est placée et de tous les faisceaux intermédiaires.

Au-dessous du point de bifurcation de chaque faisceau primordial, celui-ci est réparé par un faisceau très réduit qui continue seul sa course dans la partie inférieure de l'hypocotyle en

se rapprochant brusquement du centre de l'axe (*d*, *e*, *f*). Nous avons vu, en effet, que l'hypocotyle ne se termine pas en un cône aigu, mais par une large surface convexe au centre de laquelle se trouve la pointe radiculaire.

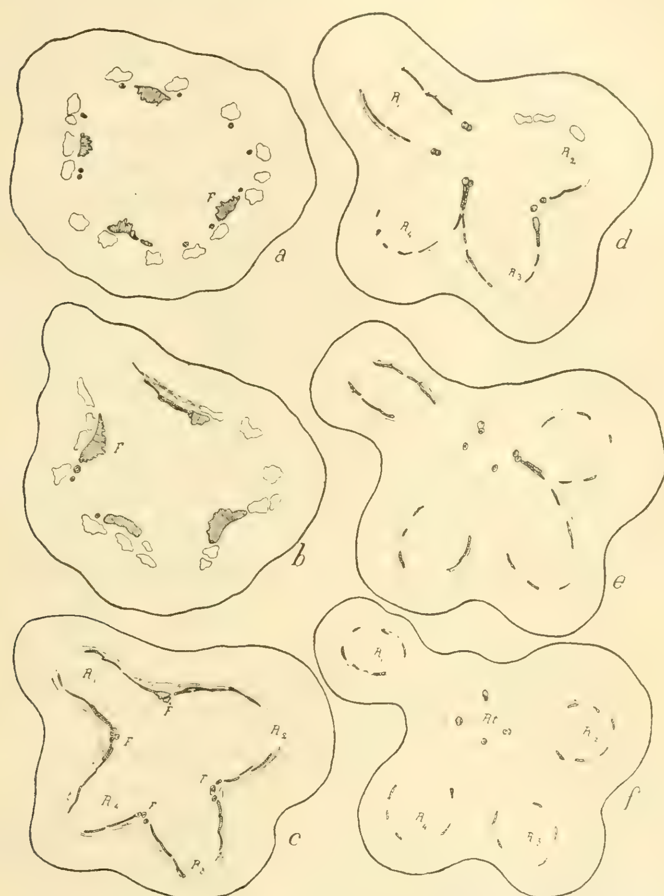


Fig. 7. — Principaux niveaux de passage de l'hypocotyle aux racines, dessinés à la chambre claire : F, faisceaux libéroligneux primordiaux ; R_1, R_2, R_3, R_4, stèles des quatre racines latérales ; R*t*, stèle de la racine terminale.

Les quatre faisceaux primordiaux, seuls désormais, continuent leur course dans la base de l'hypocotyle et, de là, dans la racine terminale R*t* (fig. 7). Cette dernière, nous le savons déjà, se développe plus ou moins. Les quatre faisceaux se soudent peu à peu pour finir par un tronc unique, lui-même terminé au voisinage de la pointe par une file d'éléments méristématiques.

Nous savons aussi que, dans les racines latérales, les vaisseaux se soudent peu à peu, diminuant ainsi de nombre en même temps que diminue le nombre de leurs éléments, et viennent finir vers la pointe en un mince tronc commun, puis au méristème terminal.

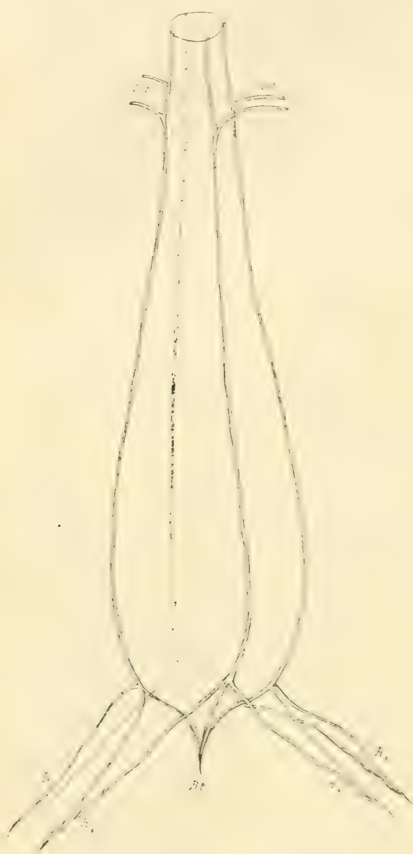


Fig. 8. — Schéma de la course des faisceaux à travers l'hypocotyle, les racines et les cotylédons; les quatre faisceaux primordiaux sont seuls représentés : R_1.R_2.R_3.R_4, les quatre racines latérales; R*t*, racine terminale; Co*t*, cotylédons.

Pour la simplicité de la description j'ai supposé que la formation des stèles radicales et la ramification des quatre faisceaux primordiaux étaient synchroniques et s'effectuaient au même niveau. Nous savons qu'en réalité il n'en est pas tout à fait ainsi, parce que les racines naissent sur une hélice très surbaissée et de la base au sommet de l'hypocotyle. Cela est indiqué aussi sur les figures 7 dessinées à la chambre claire ; en *e* et en *f* on voit que les stèles radicales sont déjà bien détachées et au centre l'on aperçoit les quatre faisceaux primordiaux qui continuent seuls leur course vers la base de l'hypocotyle et la racine terminale.

Nous pouvons maintenant schématiser d'une manière très simple la course totale des faisceaux hypocotylaires. En faisant abstraction des faisceaux secondaires, issus du reste des faisceaux primordiaux, et en ne considérant que les seuls faisceaux primordiaux qui impriment, en somme, l'allure générale, la figure 8 rend compte de la disposition de l'appareil conducteur dans l'hy-

pocotyle, et de la façon dont les faisceaux se distribuent dans les cotylédons, la racine terminale et les racines latérales. On voit que deux racines latérales sont à peu près situées dans le plan des cotylédons.

Racines concrescentes. — Il arrive parfois que, dès la base, les quatre faisceaux primordiaux et leurs faisceaux intermédiaires ont une différenciation plus considérable que d'habitude, surtout dans leur partie ligneuse. Dans ce cas se forment les racines multiples concrescentes que nous avons étudiées précédemment. Nous savons qu'elles sont issues cependant de quatre troncs communs. Ces derniers occupent les mêmes plans que les racines latérales ordinaires, c'est-à-dire naissent, chacun, entre deux faisceaux libéroligneux primordiaux, empruntant les deux moitiés de ces faisceaux ainsi que les faisceaux intermédiaires. Mais les faisceaux intermédiaires plus gros que d'habitude, constituant un appareil plus puissant, au lieu de former une stèle radicale unique, se scindent en plusieurs stèles, incitant la formation d'autant de bourgeons radicaux concrescents. Le nombre de racines issues d'un tronc commun ne dépasse guère trois. Le phénomène des racines multiples concrescentes est donc dû à l'importance plus grande que prend parfois l'appareil conducteur de l'hypocotyle.

CHAPITRE IV

Structure de la tige.

La tige est un mince filament coloré en beau vert, qui, pendant sa période de vie libre, acquiert une longueur très variable ; ainsi, au bout de cinq ou six mois, elle peut atteindre une taille de 40 ou 50 centimètres sans s'être encore définitivement fixée en parasite sur une plante hospitalière. Elle forme, çà et là, quelques suçoirs mal développés comme organes de nutrition et qui sont plutôt des organes de soutien.

La physionomie générale de la structure de la tige, pendant la période de vie libre de la plante, rappelle évidemment celle de la tige adulte parasite, mais les diverses régions anatomiques ont moins d'ampleur et de régularité.

L'épiderme est formé d'éléments réguliers, un peu allongés, recouverts d'une cuticule mince. Il porte des files de stomates transversaux comme dans la phase adulte.

La première assise corticale est formée de cellules étroites et longues; la seconde, de cellules larges et courtes; la troisième et la quatrième assises sont formées de cellules longues et larges. La cinquième assise forme l'endoderme plus amylifère que les autres assises corticales et suivant en festons le cercle des faisceaux conducteurs. Lorsque la tige est jeune, elle est riche en amidon; peu à peu cette matière diminue et disparaît progressivement de l'écorce, de l'endoderme et des rayons médullaires.

Quand la tige est un peu plus âgée, la deuxième assise corticale allonge un peu ses cellules radialement du côté le plus éclairé. C'est un début de formation palissadique. Cette formation n'acquiert jamais l'ampleur qu'on lui trouvera dans la tige parasite.

Dans la tige très jeune, le péricycle n'est pas différencié en section transversale. A partir d'un certain âge, il est représenté par des arcs fibreux préfasciculaires et par des cordons fibreux en face des rayons médullaires. Ces cordons fibreux sont en petit nombre et ne sont pas encore placés dans tous les intervalles, en face de chaque rayon médullaire, comme cela sera dans la tige parasite. Les membranes de ces fibres s'épaississent sans se lignifier.

L'appareil conducteur est constitué par 6 ou 7 faisceaux en en général, mais de valeurs différentes. Ces faisceaux, assez rapprochés entre eux, sont séparés par des rayons médullaires qui convergent jusque vers le centre, de sorte que la moelle, de peu d'étendue, semble être, au premier abord, constituée par la rencontre de ces rayons. A une courte distance du sommet il y a 3 ou 4 faisceaux libéroligneux, c'est-à-dire complets. Le bois n'est représenté que par quelques vaisseaux rayés et spiralés rangés en séries radiales. Ces séries sont continuées jusqu'au liber par des cellules méristématiques. Dans la région libérienne, se trouvent, au centre, une ou deux grosses cellules dont nous verrons la signification un peu plus loin.

Les tubes criblés débutent contre ce massif de grandes cel-

lules, à droite et à gauche. Des divisions cambiales se montrent bientôt en arcs convexes en dehors et au-dessus de ces grandes cellules.

Les autres faisceaux sont uniquement libériens sans alternance régulière avec les faisceaux complets précédents ; de plus, ils sont de valeur inégale. Les plus parfaits contiennent un massif de une ou deux grandes cellules ; au-dessus d'eux s'organisent un ou deux arceaux de cellules cambiales. Les plus petits sont formés simplement par un cordon de cellules libériennes et de tubes criblés.

Les quatre faisceaux libéroligneux complets restent fixes en nombre, dans la tige à l'état de vie libre, très généralement. Ils correspondent aux quatre faisceaux primordiaux que nous avons étudiés dans l'hypocotyle ; on les suit du reste jusque dans cette région.

L'âge apporte à la structure que je viens de décrire les modifications suivantes. Dans chacun des quatre faisceaux complets, au-dessous du pôle vasculaire primitif, dans les séries radiales cellulosiques, bien marquées dès l'origine, apparaissent des vaisseaux bien lignifiés. Des vaisseaux analogues se forment au-dessus du liber dans quelques faisceaux incomplets, mais pas dans tous. En même temps, les rayons médullaires changent peu à peu d'aspect ; dans les intervalles qui séparent la région ligneuse des faisceaux, ces cellules se cloisonnent tangentiellement et deviennent polyédriques, ensuite elles se sclérifient. Ces arcs sclérifiés réunissent finalement la partie ligneuse des faisceaux complets primitifs et des faisceaux qui, à l'origine purement libériens, sont devenus complets, et ils passent au-dessus des faisceaux restés simplement libériens. Un anneau ligneux entoure donc complètement la moelle, il est d'autant plus épais qu'il se rapproche de l'hypocotyle.

Le faisceau primordial adulte est formé de vaisseaux spiralés, de vaisseaux à grosses ponctuations aréolées et à ponctuations ordinaires, de cellules scléreuses à ponctuations dites *tournantes* espacées, et de cellules scléreuses à ponctuations irrégulières et clairsemées.

L'anneau scléreux est formé de cellules vivantes, allongées. Vers l'extérieur, ces cellules sont à grosses ponctuations en série

unique sur les faces longitudinales ; vers l'intérieur de l'anneau sont placées de grosses cellules à plusieurs rangs d'aréoles. Ces éléments sont entremêlés de cellules à petites ponctuations espacées et à ponctuations tournantes. Ces derniers éléments dominent dans l'intervalle des faisceaux.

Les grandes cellules que l'on remarque au centre de quelques faisceaux libériens ont, à l'origine, une membrane assez épaisse. Plus tard, cette membrane s'amincit, les parois contiguës à plusieurs de ces cellules voisines se résorbent et il en résulte une grande cavité au centre du liber, que nous étudierons plus loin avec plus de détails. Sous l'action de la croissance du liber, cette cavité s'écrase de plus en plus et prend la forme d'une large fente tangentielle. Elle est bordée, en dedans par le liber, en dehors par les arcs fibreux péricycliques. Vers l'hypocotyle il y a 7 ou 8 faisceaux parmi lesquels dominent toujours les quatre faisceaux primordiaux.

DEUXIÈME PARTIE

STRUCTURE DE LA TIGE CHEZ LA PLANTE DEVENUE PARASITE

CHAPITRE PREMIER

Tige jeune.

Les auteurs qui jusqu'à ce jour se sont occupés des Cassythes se sont bornés à décrire la structure de la tige adulte chez la plante devenue parasite, c'est-à-dire parvenue à cet état normal qui seul frappe l'attention quand on observe cette plante dans la nature. L'étude de cette tige à l'état jeune, à partir du bourgeon, nous permettra de nous rendre compte de bien des détails intéressants inaperçus jusqu'ici, ainsi que de la vraie nature de certains organes.

Dans une coupe axile du sommet végétatif de la tige, les initiales des diverses régions anatomiques sont légèrement enchevêtrées, mais une observation attentive permet d'y reconnaître les formations suivantes : la première assise terminale donne naissance, comme d'habitude, à l'épiderme ; la seconde contient les initiales de l'écorce ; la troisième donne naissance au péricycle et au tissu conducteur ; la cinquième, enfin, est l'origine de la moelle. C'est dans les bourgeons axillaires encore jeunes, c'est-à-dire à peine sortis de l'écaille caulinaire, que ces détails se reconnaissent avec le plus de netteté.

La figure 9 représente une section transversale de tige, pratiquée à une courte distance du sommet, à un niveau où les tissus encore jeunes sont sortis cependant de l'état de méristème homogène.

L'épiderme est formé de cellules régulières, courtes en hauteur, allongées radialement, et porte des files longitudinales de

stomates transversaux. Je ne parlerai pas de ces stomates, dont la disposition et la structure ont été bien décrites à partir de Decaisne.

A ce stade, l'écorce est formée généralement de cinq assises de cellules un peu plus longues que larges, qui vont en diminuant de diamètre de la périphérie à la troisième assise, puis de nouveau augmentent de diamètre dans la quatrième et surtout la cinquième assise qui constitue l'endoderme. Ce nombre de

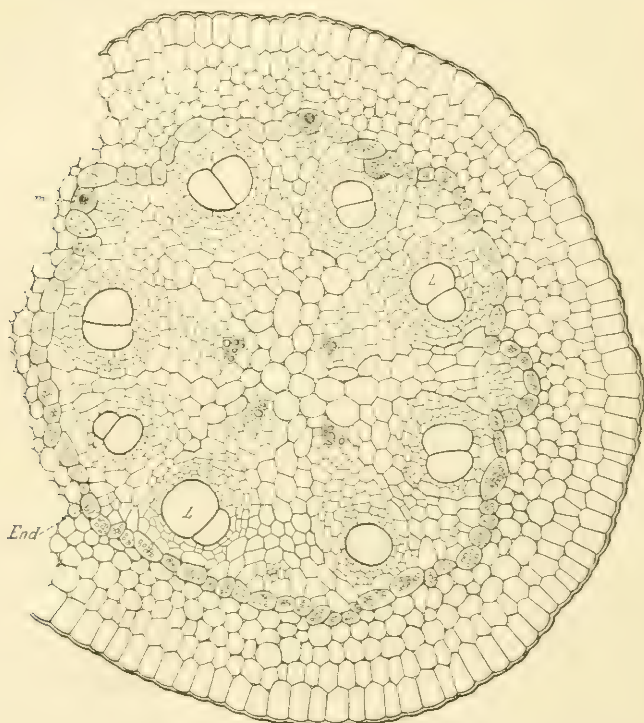


Fig. 9. — Section transversale d'une tige de *Cassytha filiformis* au-dessous du bourgeon terminal : *End*, endoderme ; *m*, cellules endodermiques en *marteau* ; L, cellules mères des lacunes mucilagineuses libériennes. Gr. 132.

cinq assises corticales reste désormais à peu près fixe à tous les âges de la tige. Les membranes corticales portent des petites ponctuations allongées transversalement et réunies en petits îlots.

Endoderme. — L'endoderme mérite une mention spéciale. En coupe transversale il se différencie assez facilement par ses

cellules un peu allongées tangentiellement, amylifères, où l'amidon persiste plus longtemps que dans les autres assises quand on traite les coupes à l'eau de Javel. Cette assise entoure le cylindre central d'une ligne qui suit les ondulations du cercle des faisceaux. En coupe longitudinale l'endoderme a un aspect particulièrement caractéristique qui le fait reconnaître d'un premier coup d'œil. Les cellules sont courtes, allongées radialement, possèdent un gros noyau et un protoplasme à grandes vacuoles.

Devant l'emplacement des futurs cordons fibreux, ou audevant de ces cordons s'ils sont déjà formés — et qui sont placés, comme nous le verrons plus loin, en face des faisceaux conducteurs et des rayons médullaires — l'endoderme se fait remarquer par de curieuses cellules qui se distinguent des autres cellules endodermiques par leur taille, leur forme, leur contenu, et leurs propriétés à l'égard des divers réactifs colorants (fig. 10 et fig. 12, *b*). Ces cellules sont intercalées de loin en loin et isolément dans les files des cellules endodermiques ordinaires. Elles sont plus grandes que les autres dans toutes leurs dimensions et font saillie à l'intérieur sous la forme d'un coin à quatre faces et à pointe mousse. A cause de leur forme, et pour la facilité de la description, je les nommerai des cellules en *marteau*. Entre deux de ces cellules consécutives, du côté intérieur de la tige, se trouve une cellule allongée et large qui appuie ses sommets contre l'extrémité de ces cellules en marteau; en coupes optiques successives on reconnaît plusieurs de ces longues cellules encastrées entre les biseaux des marteaux.

A un stade jeune (fig. 10, *a*), ces cellules endodermiques en marteau sont très rapprochées; les cellules encastrées entre elles sont encore courtes et légèrement renflées en leur milieu. Ces cellules en marteau se cloisonnent transversalement et fournissent des cellules endodermiques ordinaires dont le nombre s'accroît de plus en plus, et qui se segmentent elles-mêmes de loin en loin. Ces segmentations augmentent de plus en plus la distance qui sépare deux cellules en marteau consécutives. Les cellules encastrées s'accroissent aussi en longueur pour suivre la croissance longitudinale de la file endodermique contre laquelle elles sont accolées (fig. 10, *b*). Ces cellules en marteau jouent

donc déjà un rôle de cellules mères destinées à contribuer à l'accroissement en longueur de l'enveloppe endodermique.

Ces curieuses cellules en marteau possèdent un gros noyau sphérique et un protoplasme épais, granuleux, avec, généralement, deux grosses vacuoles. Leur membrane est un peu plus épaisse que celle des cellules ordinaires de l'endoderme et possède une affinité plus grande pour les divers colorants. Tandis que ces cellules ordinaires produisent plus tard de l'amidon en

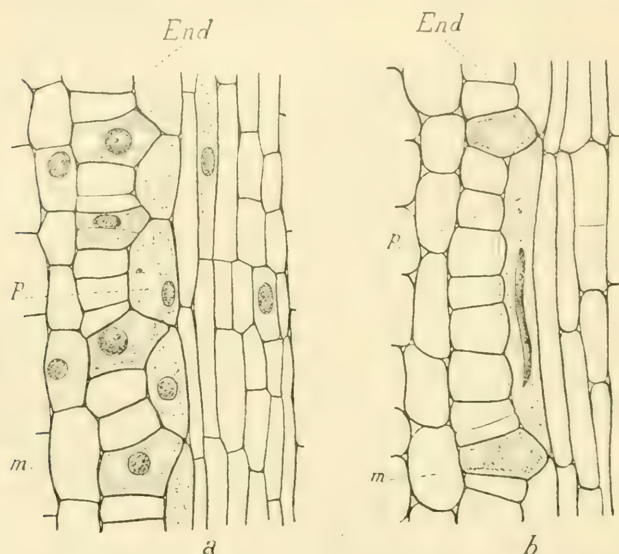


Fig. 10. — Sections radiales d'une tige jeune à travers la région endodermique : *End*, endoderme avec ses cellules en marteau *m*; *p*, cellules péricycliques encastrées entre les cellules en marteau. Gr. 371.

grande abondance et des grains chlorophylliens, les cellules en marteau conservent leur contenu uniquement plasmique. Sous l'action des colorants, le protoplasme et le noyau des cellules en marteau ne se colorent pas de la même manière que dans les cellules endodermiques ordinaires ou même dans les autres cellules en général. Ils se colorent en bleu par le vert d'iode et non en vert ; par l'hématoxyline, le protoplasme se colore en bleu plus foncé et le noyau, au contraire, en bleu plus pâle que dans les autres cellules. Par la safranine le noyau se colore en jaune clair ou en rose au lieu du beau rouge ou du brun dont se teignent les noyaux voisins.

Ces réactions permettent de distinguer facilement ces cellules en coupes transversales (fig. 9). En outre, sur de telles coupes décolorées et privées de leurs contenus cellulaires par l'action de l'eau de Javel, ces cellules se reconnaissent par le traitement des coupes au brun Bismarck : leurs membranes se colorent plus fortement que les autres membranes cellulaires.

Enfin, tandis que la membrane des cellules endodermiques ordinaires porte des îlots de petites ponctuations allongées transversalement, la membrane des cellules en marteau est complètement lisse.

Ces cellules particulières commencent à se différencier très près du sommet de la tige, où elles ne sont séparées entre elles parfois, que par une seule cellule endodermique ordinaire.

Je n'ai pas parlé plus tôt de ces cellules en marteau parce que c'est dans la tige parasite que cette formation acquiert toute son ampleur. Mais on les trouve dans la tige pendant la période de vie libre, dans l'hypocotyle, et elles sont déjà même bien formées dans l'embryon (fig. 10, *b*).

Nous verrons plus loin, comment on peut retrouver ces cellules, dans l'endoderme de la tige adulte.

Péricycle. — Dans la tige jeune, le péricycle qui n'a pas encore donné naissance aux faisceaux fibreux que l'on observera plus tard, ne se reconnaît qu'avec un peu d'attention dans les coupes transversales. C'est surtout contre les cellules en marteau qu'on le distingue avec le plus de netteté sous la forme d'un petit arc d'une ou de deux assises cellulaires à parois minces.

En coupes longitudinales (fig. 10 et fig. 12, *b*) nous venons d'observer de longues cellules encastrées entre deux cellules en marteau consécutives. Ces cellules s'allongent à mesure que s'accroît la distance des deux cellules en marteau; à l'état jeune, elles possèdent un protoplasme assez clair et un long noyau fusiforme. Parfois, lorsqu'elles ont atteint une certaine longueur ces longues cellules se découpent transversalement. Ces cellules appartiennent au péricycle; en se divisant, de bonne heure, dans le sens longitudinal, elles sont l'origine des cordons fibreux qu'on trouve dans la tige adulte.

Cylindre central. — En dedans du péricycle se trouve un cercle de faisceaux jeunes ou plutôt de cordons procambiaux de

plusieurs sortes. Les uns, les plus gros, ont au centre une grosse cellule ou un massif de deux, trois et parfois cinq grosses cellules. Ce massif cellulaire, qui donne un aspect caractéristique au jeune faisceau, est l'origine d'un appareil curieux que nous étudierons dans un instant (fig. 9 et fig. 11, *a*). Autour de cet îlot de grosses cellules se trouve une bordure de plusieurs assises procambiales.

Au sein de ce massif procambial l'on voit apparaître les premiers tubes criblés à membrane épaissie, légèrement nacrée, réfringente. Ils se placent généralement à droite et à gauche des grosses cellules, mais souvent aussi en avant. Ces cordons procambiaux sont donc de futurs faisceaux libériens (phloème) avec, au centre, un îlot de grosses cellules spéciales. Au-dessus de ce massif, les cellules ont un aspect plus ou moins cambiforme. En dedans d'un certain nombre de ces cordons libériens, et séparés d'eux par un tissu méristématique de plus en plus découpé, se forment de petits faisceaux vasculaires formés de vaisseaux annelés et spiralés (protoxylème). Cet ensemble est donc l'état jeune d'un certain nombre de faisceaux libéroligneux, c'est-à-dire complets. Il y en a ainsi, suivant les niveaux, 4, 5, 7 ou 8.

Les autres cordons libériens restent tels quels et sont l'origine d'un certain nombre de faisceaux incomplets, c'est-à-dire purement libériens, entremêlés, sans alternance régulière, aux faisceaux complets. Outre ces jeunes faisceaux complets ou incomplets, mais possédant un massif de ces grosses cellules spéciales, il y a encore un petit nombre de cordons libériens sans cellules spéciales destinés à donner de petits faisceaux libériens plus simples encore que les précédents.

En face de tous les faisceaux complets ou incomplets se forment de petits cordons de cellules allongées issus des cellules encastrées entre les cellules en marteau de l'endoderme. Ce sont de futurs faisceaux de fibres péricycliques.

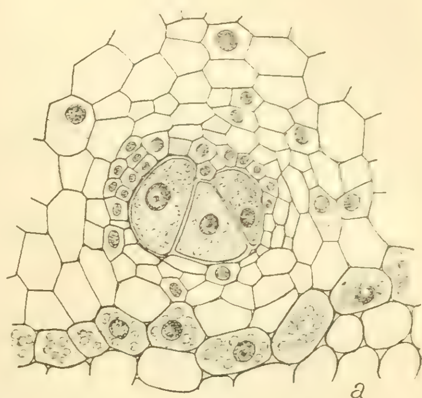
Enfin, entre la plupart de tous ces faisceaux qui forment, en somme, un cercle assez serré, se forme aussi un petit cordon de futures fibres.

Appareil mucilagineux du liber. — Revenons maintenant à ces grandes cellules, seules ou groupées en un massif, que l'on

remarque au sein de la plupart des jeunes faisceaux libériens. Elles sont l'origine d'un curieux appareil très particulier à ces plantes parasites et contribuent beaucoup à donner de l'intérêt à l'étude de leur structure anatomique. Les premiers tubes criblés à paroi épaisse et nacrée, apparaissent contre les flancs, à droite et à gauche, de ce gros massif cellulaire, parfois même en avant, marquant bien la valeur libérienne de ces volumineuses cellules.

Du liber abondant se formera plus tard en arrière du massif.

Ces grosses cellules sont en forme de disques, c'est-à-dire larges et plates, empilées les unes sur les autres et formant ainsi au sein du jeune faisceau libérien de larges files cellulaires (fig. 11, *a*, et fig. 12). Sur le parcours longitudinal d'un faisceau libérien on passe souvent d'une file unique à la réunion de plusieurs files et réciproquement. Les coupes transversales d'un même faisceau libérien, montrent en effet, suivant les niveaux, une seule grosse cellule ou un groupe de plusieurs grosses cellules.



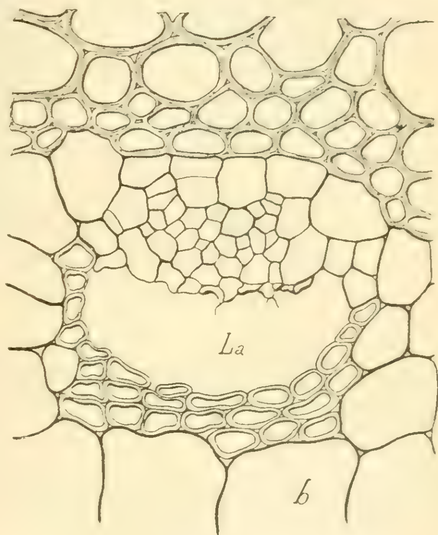


Fig. 11. — *a*, Faisceau libérien jeune avec ses cellules mères de la lacune mucilagineuse; en avant, l'endoderme amylifère. — *b*, faisceau libérien adulte: L*a*, lacune mucilagineuse libérienne bordée en avant par un arc de fibres péricycliques. Gr. 267.

Ces grosses cellules libériennes sont pourvues en leur centre

d'un noyau assez volumineux qui, dans les cellules les plus courtes, pressé entre les cloisons transversales, prend une forme presque cubique (fig. 12, *a*). Il est noyé dans un protoplasme épais et granuleux, creusé, à droite et à gauche du noyau, d'une grosse vacuole. La membrane, peu épaisse, a, dès l'origine, une affinité plus grande que celle des autres cellules, pour les divers colorants. Elle est lisse, sans aucune ponctuation.

Ces cellules sont appelées à une transformation curieuse qui

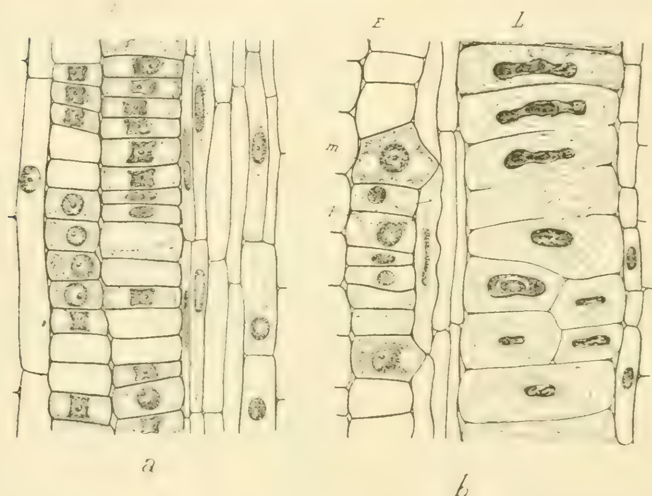


Fig. 12. — Sections radiales, à travers les cordons de cellules mères des lacunes libériennes mucilagineuses L : E, endoderme avec ses cellules en marteau *m* : *p*, péricycle ; *a*, cellules mères jeunes ; *b*, ces cellules agrandies, commençant à se gélifier. Gr. 293.

débute généralement de très bonne heure, à une très courte distance de la pointe de la tige.

Tout d'abord elles grandissent, écrasant les tissus environnants ; peu à peu le noyau et le protoplasme se réduisent aux dépens de la membrane qui s'épaissit considérablement par de nombreuses couches concentriques très visibles et qui se transforme enfin en mucilage (fig. 12, *b*). Bientôt, le contenu protéique a complètement disparu, le lumen cellulaire s'éteint ; les cellules, accolées les unes contre les autres, laissent encore voir assez nettement leurs contours primitifs, mais elles sont transformées en masses mucilagineuses striées concentrique-

ment. Ces masses mucilagineuses augmentent de plus en plus de volume, çà et là diffluent les unes dans les autres, leurs limites s'effacent plus ou moins, et dans tous les cas perdent leur régularité primitive. Finalement, le cordon de ces grandes cellules est transformé en un long cordon mucilagineux qui, lui-même enfin, devient une longue lacune remplie d'une gelée plus ou moins épaisse. C'est l'origine de cette vaste lacune à mucilage, puis de cette lacune vide, que l'on trouvera plus tard, à l'âge adulte, en avant de chaque faisceau entre le liber et l'arc fibreux péricyclique (fig. 11, *b* ; fig. 12).

Ces lacunes mucilagineuses libériennes existent déjà dans l'hypocotyle, mais en petit nombre. Pendant la période de vie libre de la plante, c'est surtout vers le niveau du passage de l'hypocotyle à la tige qu'elles commencent à se montrer. Mais c'est dans la tige adulte parasite qu'elles acquièrent leur beau développement.

Les auteurs qui ont observé la structure des Cassythes ne pouvaient moins faire que de remarquer ces grandes lacunes qui, dans la tige adulte, sont creusées entre le liber et les arcs fibreux péricycliques. Naturellement, Chatin les signale ; ce sont pour lui des lacunes appartenant au système ligneux, puisqu'il croit, du reste, à l'absence complète du liber. Cette erreur est due vraisemblablement à l'état très adulte des matériaux qu'il a examinés et où toutes les formations libériennes ont été écrasées et résorbées par le développement des lacunes. Il dit cependant que l'on constate parfois la présence d'un *tissu cellulaire délicat* à la place même des lacunes. Ce sont, en effet, les restes des membranes des cellules initiales des lacunes qui, çà et là, restent souvent visibles pendant quelque temps et qui auraient pu révéler à ce savant la véritable origine de ces cavités.

Pour Hackenberg : « ces vastes cavités de forme irrégulière, creusées entre le liber et le péricycle, qui traversent la tige dans toute sa longueur, doivent leur origine, en premier lieu, aux couches de cellules externes des tubes criblés dont les parois sont modifiées et résorbées par un processus de désorganisation. La couche la plus interne du péricycle participe aussi, très souvent, à l'agrandissement de cette cavité ».

A. Schmidt (*loc. cit.*, p. 175) reconnaît bien que l'origine est

tout autre. En étudiant des parties de tiges encore jeunes, cet auteur trouve qu'entre le péricycle (*liber*) et le liber (*leptome*) s'accumulent de grosses cellules muqueuses filiformes dont la membrane épaisse montre nettement la disposition striée de ses couches ; à la place de ces cellules se formera plus tard la cavité. En somme, si cet auteur n'a pas assisté à la genèse complète de la lacune libérienne, il a aperçu un stade de cette genèse et a compris l'origine cellulaire de ces cavités.

Pour H. Boewig enfin (*loc. cit.*, p. 411), comme pour Hackenberg, la cavité creusée au-dessous de chaque faisceau est formée par la dégénérescence du phloème dont les restes aplatis se montrent encore sur ses bords.

L'on voit donc qu'il était utile et intéressant d'étudier d'une manière complète l'origine et le développement de ces curieuses lacunes mucilagineuses libériennes.

CHAPITRE II

Tige adulte.

Lorsque les tissus de la phase précédente sont complètement différenciés, la tige prend l'aspect représenté par la figure 13 demi-schématique qui permet de voir, d'un seul coup d'œil, combien diffère l'état adulte de celui que je viens de décrire. Cet état de structure adulte est le seul qui ait été examiné jusqu'ici par les divers observateurs qui ont étudié les Cassythes. Les grandes lignes de la structure adulte sont donc connues ; je ne les reprendrai que sous la forme d'une esquisse rapide qui servira ensuite de cadre aux détails histologiques nouveaux que mes observations vont introduire dans la connaissance de ces plantes.

La figure 13 guidera cette description sommaire.

Au-dessous d'un épiderme muni de stomates transversaux en files longitudinales, se trouve une écorce de 5-6 assises dont quelques-unes sont palissadiques. Le péricycle est représenté par des arcs fibreux placés en face de chaque faisceau et par de petits cordons fibreux intercalés à ces arcs. Un cercle de fais-

ceaux entoure une moelle assez grande : les uns sont complets, c'est-à-dire libéroligneux avec pôle de protoxylème bien marqué, les autres incomplets, c'est-à-dire simplement libériens. Tous ces faisceaux sont réunis par des arcs scléreux dont la région périmédullaire contient ces énormes vaisseaux à plusieurs

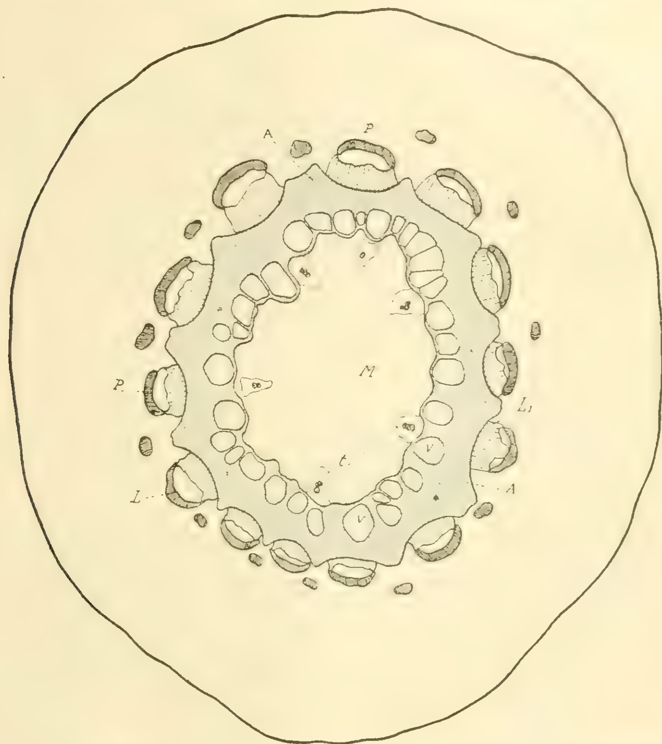


Fig. 13. — Représentation demi-schématique de la structure de la tige adulte de *Cassytha filiformis* : L, lacunes mucilagineuses libériennes; P, péricycle; A, anneau ligneux avec ses gros vaisseaux aréolés V ; L*i*, liber ; *t*, pôles vasculaires des faisceaux libéroligneux au sein de leur tissu conjonctif particulier ; M, moelle. Gr. 45.

rangs de grosses ponctuations aréolées qui ont frappé tous les observateurs ; il est rare, en effet, de rencontrer des éléments aréolés d'un si beau développement. Le bois forme donc en totalité un anneau complet qui présente à sa périphérie externe des arcs concaves dans lesquels, en face des arcs fibreux péricycliques, sont logés les faisceaux libériens. Dans chaque faisceau, entre le liber et l'arc fibreux, se trouve une grande lacune, irrégulière, qui pendant longtemps est pleine de mucilage ; c'est

le canal mucilagineux libérien dont nous avons étudié plus haut l'origine.

Entrons maintenant dans quelques détails (fig. 14).

L'épiderme est à cellules plus longues que larges, recouvert

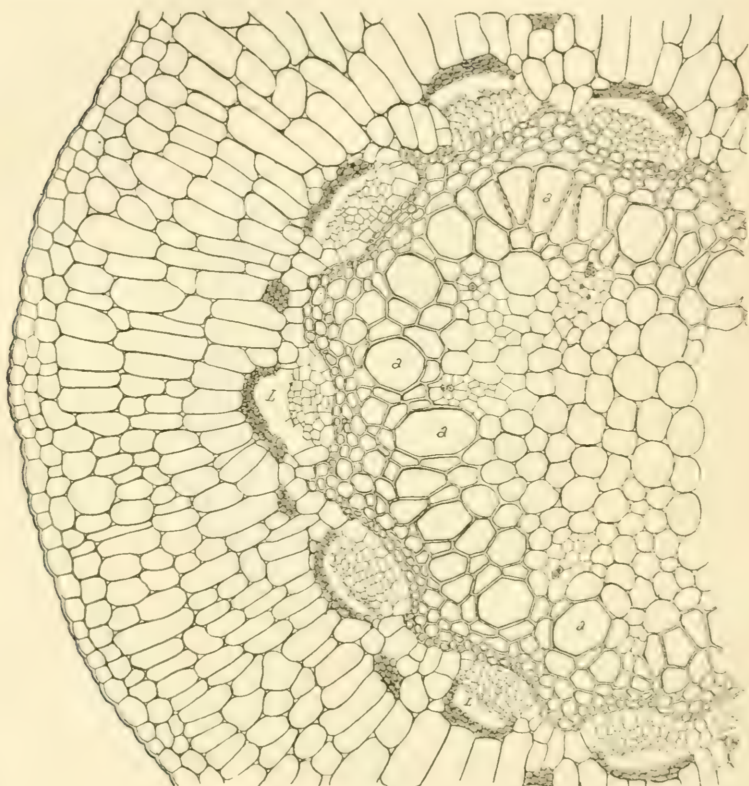


Fig. 14. — Fragment d'une section transversale de tige adulte : L, lacunes mucilagineuses libériennes ; *a*, gros vaisseaux aréolés de l'anneau ligneux. Gr. 79.

d'une cuticule assez épaisse qui se colore généralement en beau bleu par le vert d'iode.

La première assise corticale est formée d'éléments étroits et allongés. A partir de là, les cellules, le plus souvent, s'accroissent radialement et prennent l'aspect palissadique ; elles sont d'autant plus longues dans le sens radial qu'elles s'éloignent de la périphérie. Cette transformation en tissu palissadique est due à la lumière. Dans des régions identiques de tige elle peut ou non avoir lieu ; lorsqu'elle a lieu, c'est souvent simplement sur la

face externe des spires, qui est la mieux éclairée ; sur la face interne, ce développement est moindre et parfois nul. Lorsque l'écorce ne se transforme pas en tissu palissadique, ses éléments s'allongent verticalement.

Appareil mucilagineux cortical. — Çà et là quelques cellules de la seconde assise sous-épidermique subissent une transformation particulière. Elles acquièrent un assez grand diamètre avec une section à peu près circulaire et s'allongent considérablement dans le sens vertical. Ensuite, la paroi se transforme en mucilage. Ces cellules mucilagineuses sont isolées ou disposées en files plus ou moins longues. Des cellules en files arrivent même à se fusionner par suite de la résorption de leurs parois transversales et à former des réservoirs ou des canaux mucilagineux plus ou moins vastes.

Des régions identiques de tiges diverses, des niveaux différents d'une même tige, des tiges provenant de diverses stations ou de divers pays offrent une grande diversité dans l'importance de cet appareil mucilagineux cortical ; il peut ne pas exister du tout sur une certaine étendue d'une tige, en des parties quelconques de cette tige, tandis qu'il est bien développé en d'autres parties. Il semble qu'il y ait une corrélation entre la présence de cet appareil et le développement du tissu palissadique cortical. Cet appareil mucilagineux cortical offre donc un développement variable qui est régi par certaines influences qu'une étude de la plante en culture pourra faire connaître.

Endoderme. — Lorsque leur rôle est terminé, c'est-à-dire dans les régions tout à fait adultes où les formations fibreuses péricycliques sont complètement différenciées, les cellules en marteau de l'endoderme sont assez difficiles à retrouver. Elles sont écrasées par la pression des cellules vivantes voisines, finissent par se vider et deviennent méconnaissables.

Cependant, çà et là, on peut encore suivre leurs traces pendant quelque temps.

La taille de ces cellules, non seulement n'augmente jamais, mais encore diminue par suite de l'écrasement provoqué par la pression de toutes les cellules voisines qui, au contraire, grandissent beaucoup.

Les cellules endodermiques, pour ne pas parler des autres,

s'accroissent considérablement, soit en devenant palissadiques comme celles des assises corticales qui les précèdent, soit dans le sens de la longueur.

Les cellules en marteau qui, dans les files endodermiques jeunes, tranchaient sur les autres par leur grande taille, contrastent maintenant, au contraire, par leurs proportions exiguës. De plus, elles ont souvent conservé un résidu protéique caractéristique se colorant encore, par les divers réactifs, d'une manière spéciale.

Péricycle. — Nous avons vu comment se forment les fibres péricycliques dont les initiales sont les cellules encastrées entre les cellules en marteau endodermiques. Les arcs fibreux sont formés de trois ou quatre assises, parfois davantage. Les cordons fibreux intermédiaires peuvent contenir de trois à vingt fibres et plus. Ces fibres sont à section polygonale, à membrane épaisse et élastique ne se sclérifiant qu'à la longue, dans ses strates périphériques.

Étudions maintenant le développement des faisceaux à partir du stade jeune examiné précédemment.

Liber. — Nous avons vu les premiers tubes criblés apparaître à droite et à gauche, et aussi au-dessous de l'îlot des grosses cellules mères de la lacune mucilagineuse libérienne. Au-dessus de cet îlot le tissu méristématique fournit plusieurs couches de liber formées de tubes criblés et de parenchyme. Pendant l'accroissement des cellules mucilagineuses et la formation de la lacune qui résulte de la fonte finale de leurs parois, les deux ou trois assises libériennes antérieures, avec leurs tubes criblés primordiaux, sont refoulées, écrasées, et finalement, résorbées. Pendant que s'accroît ainsi, en épaisseur, la lacune mucilagineuse, se forme, par le mécanisme étudié plus haut, l'arc fibreux péricyclique qui établit en avant de la lacune un obstacle solide bordant définitivement cette lacune du côté extérieur (fig. 11, *b*; fig. 13 ; fig. 14).

Pendant longtemps l'on peut voir dans la lacune, en coupe transversale, même après la disparition du mucilage, les débris des membranes des cellules primitives sous la forme de minces filaments. C'est évidemment ce qui a donné à Hackenberg l'illusion d'une lacune schizogène formée aux dépens du liber.

Les assises nouvelles libériennes formées par la zone génératrice refoulent de plus en plus les assises antérieures. La lacune, maintenue béante tant qu'elle est pleine de mucilage, s'écrase peu à peu lorsque son contenu diminue. Parfois, elle arrive à prendre, en avant de l'arc fibreux, l'aspect d'une longue fente. D'autres fois, dans les tiges les plus grosses et surtout aux environs des nœuds, elle finit par s'oblitérer presque complètement.

A certains niveaux de la tige il n'est pas rare d'observer le phénomène inverse. Ce n'est plus le liber qui refoule le canal mucilagineux, c'est ce dernier, au contraire, dont le contenu est longtemps persistant, qui écrase le liber contre le bois, le résorbe même en partie et le réduit en un mince feuillet. On voit donc que, dans ce cas, la lacune s'est bien un peu agrandie aux dépens du liber, ce qui a rendu aisée l'erreur des auteurs antérieurs qui n'ont eu devant les yeux que ce stade âgé de la tige.

Le liber est formé de tubes criblés et de parenchyme. Ce dernier est à éléments allongés, avec un long noyau cylindrique terminé par deux surfaces sphériques. Le protoplasme, très épais, est creusé de deux grandes vacuoles aux extrémités de la cellule (fig. 15).

Les tubes criblés sont étroits, et vers la périphérie du liber, sur les bords de la lacune mucilagineuse, ils acquièrent parfois une longueur assez grande. Les cribles transversaux, à pores très fins, sont horizontaux ou peu obliques et généralement simples; çà et là quelques cribles composés. Les faces longitudinales présentent toutes le même aspect. Elles sont ornées de plages criblées à pores très fins. Ces plages sont allongées transversalement, parfois de formes irrégulières et rangées en une ou plusieurs files, parfois de forme elliptique, mais presque toujours très rapprochées (fig. 15).

La sculpture de la paroi des tubes criblés des Cassythes présente donc une grande uniformité et non la grande diversité de dessins que nous offrent les tubes criblés des Cuscutes (1).

Ces tubes criblés n'offrent rien de particulier dans leur cons-

(1) Mirande, *loc. cit.*, p. 237-250.

titution interne ; ils sont accompagnés de cellules compagnes très étroites munies d'un noyau mince et long. La cellule compagne se cloisonne parfois en donnant deux cellules.

Les cellules libériennes qui bordent le canal mucilagineux, s'accroissent parfois, à l'intérieur de ce canal, en doigt de gant ou en boule de thermomètre, comme l'a déjà observé

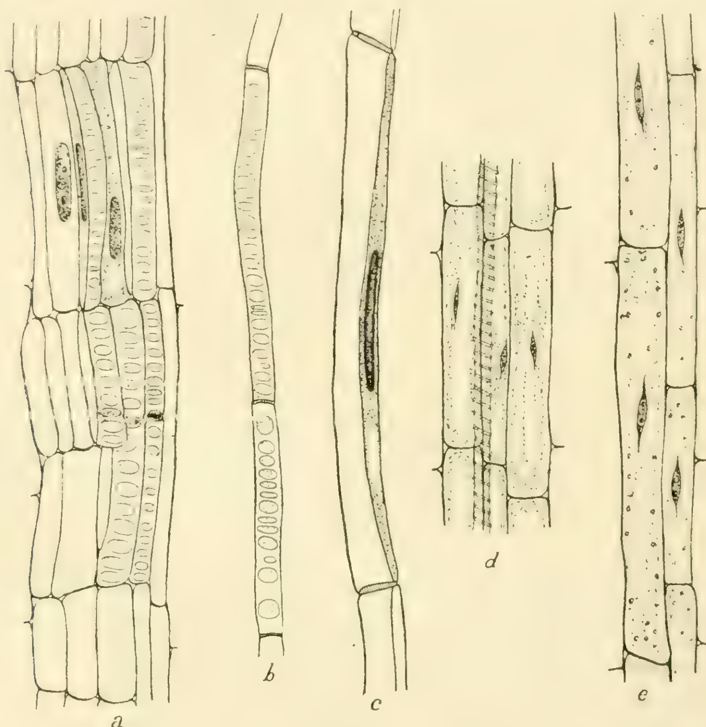


Fig. 15. — *a*, faisceau de tubes criblés avec cellules compagnes dans la tige de *Cassytha filiformis*. Gr. 348. — *b*, file de tubes criblés dans la racine. Gr. 348. — *c*, un tube criblé de la tige. Gr. 348. — *d*, *e*, cellules du parenchyme particulier entourant le pôle vasculaire des faisceaux libéroligneux. Gr. 154.

A. Schmidt. Il arrive aussi, très fréquemment, que des tubes criblés, solitaires ou en files, détachés latéralement du faisceau libérien, mais attachés à l'une de leurs extrémités ou à toutes les deux, viennent flotter à l'intérieur du canal mucilagineux.

Bois. — Dans les faisceaux complets, au-dessous du pôle de protoxylème, se disposent des séries radiales de plus en plus longues de vaisseaux et de parenchyme ligneux à éléments

allongés. Au-dessous du pôle vasculaire se forment une ou deux assises de vaisseaux à très large ouverture, à parois transversales et longitudinales aréolées, à 4 ou 5 files d'aréoles. Les mêmes formations ligneuses s'établissent synchroniquement au-dessus des faisceaux incomplets primitifs, c'est-à-dire simplement libériens. En même temps aussi se sclérifient les rayons médullaires, et ainsi est constitué l'anneau de bois complet entourant la moelle (fig. 13 et 14). Cet anneau ligneux est formé, vers le bord interne, par les larges vaisseaux aréolés dont je viens de parler. Beaucoup de ces vaisseaux aréolés sont contigus ; dans le cas contraire, ils sont séparés par des éléments scléreux allongés, aréolés sur les faces de contact avec les gros vaisseaux aréolés, et à petites ponctuations sur les faces d'accolement entre eux-mêmes. A la périphérie interne de l'anneau, en contact avec la moelle, séparant la moelle des gros vaisseaux aréolés, se trouvent des éléments scléreux allongés, à ponctuations petites et irrégulièrement distribuées, à faces transversales criblées de petites ponctuations allongées dans le sens du rayon.

Les éléments de l'anneau scléreux diminuent de diamètre en allant vers le bord externe. Beaucoup sont à petites ponctuations irrégulièrement distribuées, surtout ceux qui sont placés dans les arcs correspondant aux rayons médullaires primitifs. A la périphérie externe de l'anneau, surtout vers le liber, ce sont des éléments à petite ouverture transversale, à parois longitudinales ornées de ponctuations assez grosses sur une ou deux files, d'aspect scalariforme.

A part les éléments du protoxylème, tous les autres éléments lignifiés sont fermés, c'est-à-dire munis de membranes transversales, et restent longtemps vivants et munis de leur noyau fusiforme, surtout ceux qui bordent les gros vaisseaux aréolés.

En face du liber des faisceaux complets on trouve des vaisseaux largement ponctués ou presque rayés et des vaisseaux à grosses ponctuations simples sur une ou plusieurs files longitudinales.

Les vaisseaux du pôle vasculaire sont des trachées fines, des trachées à spire moyennement serrée, des vaisseaux annelés.

Moelle. — La moelle est formée d'éléments plus longs que larges, à membranes munies de petites ponctuations transversalement allongées et groupées en îlots, et à noyau fusiforme.

M[lle] A. Schmidt (1) a signalé la première, dans la moelle, des faisceaux de liber interne (leptome). Elle fait remarquer que ces faisceaux qui, dans quelques familles (Cucurbitacées, Apocynacées, Asclépiadacées, etc.), sont purement médullaires et sans corrélation avec les faisceaux libéroligneux, font partie, dans les *Cassytha*, de la constitution même de ces faisceaux ; elle insiste même en ajoutant qu'on n'observe ce fait que chez ces végétaux.

A la suite de cet auteur, Boewig (2) relate aussi l'existence de ce liber interne (phloème interne). Ce liber interne acquiert, dit-il, une importance de plus en plus grande, à mesure que le liber externe est plus réduit par l'âge et qu'il se désorganise en donnant les lacunes libériennes. Il décrit ce liber interne comme formé de faisceaux de délicates cellules de phloème au milieu desquelles se trouvent trois ou quatre éléments de protoxylème en files ou séparés.

Or, en réalité, il n'y a pas de liber interne, pas même lorsque la structure de la tige a atteint son plus complet développement. Ces auteurs ont pris pour du liber interne les cellules qui entourent la pointe des faisceaux ligneux. On sait que, dans la plupart des plantes, le pôle vasculaire des faisceaux est entouré de cellules à membranes cellulosiques, dont les parois irradient autour de lui. Bien souvent, ces cellules se découpent autour du pôle ligneux entourant ainsi la pointe du faisceau d'un tissu conjonctif particulier plus ou moins développé. Le rôle de ce tissu de la pointe interne des faisceaux libéroligneux est à peine entrevu, pour ne pas dire inconnu, mais un œil exercé ne le confond jamais avec du liber interne.

Dans les *Cassytha*, ce tissu s'accroît avec l'âge ; il arrive même à entourer complètement le pôle ligneux et à l'isoler même du reste du faisceau. Ce fait, qui se produit cependant chez d'autres plantes, a contribué évidemment à l'erreur des auteurs précités (fig. 13, 14 et 16).

(1) A. Schmidt, *loc. cit.*, p. 175.
(2) Boewig, *loc. cit.*, p. 409 et 412.

Parfois, ce tissu conjonctif de la pointe des faisceaux se détruit pour former une lacune; fait analogue à celui qui se produit dans une foule d'autres plantes et que, dans les Cassythes, j'ai observé surtout dans des échantillons de *Cassytha filiformis* provenant de Madagascar.

L'erreur de ces auteurs m'a invité à donner les figures *d*, *e* (fig. 15) qui représentent ce tissu et à le mettre en regard du véritable liber. Il est formé d'éléments allongés, à membranes minces et cellulosiques, à ponctuations allongées transversalement, peu serrées et irrégulièrement distribuées. Ces cellules restent toujours vivantes, avec un protoplasme clair finement granuleux contenant un noyau en forme de fuseau orienté dans le sens vertical, et souvent des petites granulations protéiques brillantes. Dans cet îlot de tissu conjonctif de la pointe interne des faisceaux on trouve parfois les restes de quelques trachées primitives, complètement écrasées et réduites en un mince filament. Vers les vaisseaux, les cellules de ce tissu particulier sont étroites. Parfois, les minces membranes de deux de ces cellules contiguës se résorbent; les protoplasmes et les noyaux de ces cellules se mélangent dans la cavité commune.

Rien, dans ce tissu, ne rappelle donc ni les tubes criblés ni les cellules de parenchyme qui constituent le liber d'une manière absolument générale; dans les Cassythes il n'existe donc pas de liber interne.

Axes floraux. — Les tiges florales possèdent la structure générale que nous venons de décrire mais se font remarquer par le grand développement de leur appareil mucilagineux soit cortical, soit libérien. Les cavités libériennes à mucilage sont toujours pleines d'un contenu épais et ne sont jamais obstruées sous la poussée des formations secondaires qui, du reste, sont ici d'intensité médiocre ou nulle, après la formation complète de l'anneau scléreux. Le liber est pauvre et se désagrège au profit de la cavité libérienne; le bois l'emporte en importance, et de beaucoup, sur le liber.

Tiges âgées. — Nous venons de décrire l'état de la structure secondaire en général. Cette structure est édifiée par le fonctionnement d'arcs générateurs habituels intra-libériens. Mais dans certaines régions de tiges âgées, et la plupart du temps

au voisinage des nœuds de toutes les tiges bien adultes, les formations secondaires acquièrent un maximun d'intensité, comme l'on peut en juger par la figure 16.

L'assise génératrice se met à fonctionner activement en dehors de l'anneau ligneux. Les faisceaux libériens s'accroissent beaucoup, arrivant souvent à obturer à peu près complètement les lacunes mucilagineuses déjà vides. L'anneau seléreux

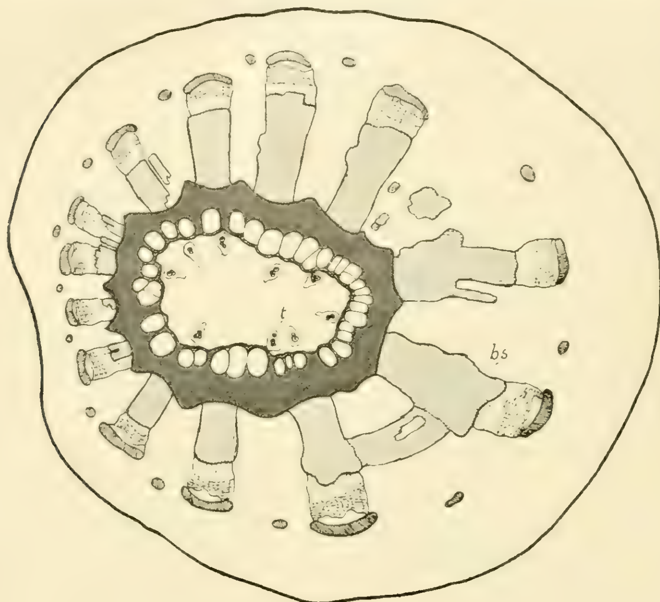


Fig. 16. — Formations secondaires de la tige : *bs*, rubans de bois secondaires. Gr., 27.

s'épaissit par adjonction d'assises nouvelles, mais ce sont surtout les faisceaux ligneux qui prennent l'accroissement le plus considérable. En dedans de tous les faisceaux libériens, que ceux-ci appartiennent à des faisceaux complets ou incomplets, s'intercalent de larges rubans vasculaires formés par de longues séries radiales d'éléments. Entre les faisceaux, la zone génératrice fonctionne pour donner des rayons de parenchyme dont les cellulles allongées sont disposées en séries radiales. Dans ces rayons, quelques cellules, çà et là, isolées ou groupées, se transforment en vaisseaux. Toutes ces formations ligneuses sont identiques ; ce sont des vaisseaux fermés à grosses ponctuations irrégulières passant parfois à la rayure.

Ces faisceaux secondaires s'anastomosent à travers les rayons par d'épaisses ramifications. Dans ces régions voisines des nœuds, l'appareil conducteur est donc très puissant avec prédominance du bois sur le liber. La zone génératrice fonctionne irrégulièrement; son maximun d'intensité se fait sentir du côté externe des spires d'enroulement de la tige, c'est-à-dire du côté le plus éclairé.

Thylles. — Le parenchyme scléreux qui unit les gros vaisseaux aréolés de la bordure interne de l'anneau, reste, ai-je dit, très longtemps vivant. Les cellules qui bordent les vaisseaux aréolés produisent à l'intérieur de ces derniers, à travers leurs grosses ponctuations, des thylles que Boewig a bien décrites. Mais cette formation n'est pas constante. On trouve ces thylles dans les niveaux les plus divers ; on peut n'en pas rencontrer sur de longues étendues et passer ensuite à des régions où elles sont fort abondantes. Leur formation est évidemment soumise à certaines conditions physiologiques que seule l'étude attentive de la plante à l'état vivant pourra nous permettre de connaître.

Remarques diverses. — J'ai examiné des échantillons de *Cassytha filiformis* de diverses provenances, principalement de Cochinchine, de Madagascar, du Gabon, du Brésil. La structure générale est la même, mais l'on peut constater quelques variations dans l'importance de l'appareil péricyclique, de l'appareil mucilagineux de l'écorce ou de celui du liber, dans la richesse de l'appareil libérien, variations dues à des causes adaptationnelles évidemment. Un des caractères très variables est fourni par l'épiderme ; cette assise périphérique porte parfois des poils qui ont la structure de ceux que nous trouverons sur les écailles. Ils sont courts, raides, monocellulaires, terminés en pointe aiguë, à parois épaisses et quelquefois lignifiées. Ces poils sont à peu près constants dans les axes des inflorescences et très fréquents sur les jeunes bourgeons axillaires. Mais, suivant le pays d'origine, la tige ordinaire est plus ou moins riche en poils ; de plus, sur une même tige, pour des raisons inconnues, des régions sont très velues tandis que les autres sont dépourvues de poils.

La tige, à tous les âges, est colorée en vert intense. Dans les

corpuscules chlorophylliens se trouvent de petits cristaux rouges déjà signalés par Hackenberg. Ces cristalloleucites sont répandus aussi, parfois, dans le protoplasme cellulaire, principalement dans l'hypocotyle et dans la tige en phase de vie libre. On les trouve aussi dans les cellules amylifères. L'acide sulfurique les dissout en donnant autour d'eux une coloration bleue : c'est donc de la carotine.

La tige présente, en quantité souvent abondante mais encore soumise à des varations, des cristaux d'oxalate de calcium. Ces cristaux sont renfermés dans les parenchymes de la tige ordinaire et aussi dans tous les organes de la plante y compris l'embryon. Cet oxalate est répandu parfois en poussière cristalline, le plus souvent en cristaux fusiformes aplatis. On le trouve aussi sous forme de raphides, de petits prismes plats, de cristaux octaédriques plus ou moins volumineux.

CHAPITRE III

Structure des écailles caulinaires.

Les feuilles des Cassythes, comme celles des Cuscutes et de bien d'autres plantes parasites, sont rudimentaires et réduites à de simples écailles. Les premières écailles, celles qui proviennent du premier développement de la gemmule dans la plantule, ont la forme d'une languette effilée. Elles sont formées d'un parenchyme de cellules à peu près isodiamétriques avec quelques cellules mucilagineuses. Elles n'ont pas de cils marginaux et leur nervure unique est formée, du côté du bois, d'un petit nombre de vaisseaux annelés et spiralés.

L'écaille caulinaire ordinaire est sessile, ovale, creusée en cuiller et s'épanouit légèrement en un lobe arrondi et charnu au-dessous de sa surface d'insertion. Vue de face, elle ressemble, de cette façon, à un petit écusson concave accolé contre la tige (fig. 17).

La coupe transversale d'une telle écaille a la forme d'un croissant. Elle présente un parenchyme de cellules irrégulières un peu allongées, avec petits méats. Sous les deux épidermes, quelques

cellules mucilagineuses d'un large diamètre donnent à la coupe son aspect particulier. Les deux assises sous-épidermiques sont parfois entièrement mucilagineuses. L'épiderme externe est à cellules bien orientées radialement, grandes et isodiamétriques, revêtues d'une cuticule qui se colore en bleu par le vert d'iode, comme celle de la tige. Dans l'épiderme interne les cellules sont minces, plus étendues tangentiellement que radialement, et un peu allongées dans le sens vertical.

L'écaille est bordée de cils analogues à ceux que l'on trouve dans les fleurs et parfois aussi sur les tiges. Ce sont des cellules épidermiques plus petites que les autres qui se prolongent en poils pointus, raides, à paroi très épaisse qui parfois se sclérifie. Ce sont comme de petites aiguilles encastrées çà et là dans l'épiderme et spécialement sur les bords.

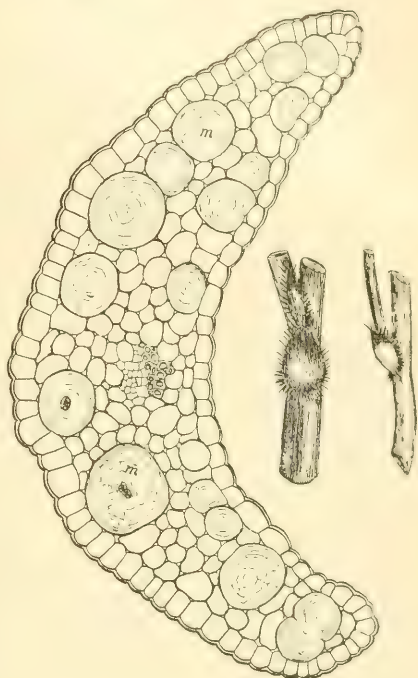


Fig. 17. — Écailles caulinaires : fragments de tiges grossies ; structure de ces écailles. Gr. 153.

L'endoderme de la tige se poursuit dans l'écaille ; les files de cellules endodermiques se terminent par des éléments de plus en plus petits qui s'éteignent dans la base de l'écaille. Les cellules mucilagineuses libériennes, initiales de la cavité libérienne, ne pénètrent jamais dans l'écaille.

L'écaille est traversée par une unique nervure médiane. Cette nervure est libéroligneuse avec bois prédominant : 10 ou 12 vaisseaux en moyenne, annelés, finement rayés et spiralés.

TROISIÈME PARTIE

LA FLEUR ET LA GRAINE

CHAPITRE PREMIER

Le Réceptacle et le Périanthe.

Les caractères morphologiques de la fleur des Cassythacées ont été décrits, dans leurs grandes lignes, par tous les auteurs de grands ouvrages sur la Systématique. Les meilleures descriptions sont celles de Bentham et de Baillon. Ces caractères ont permis à tous les auteurs de faire de ces plantes une tribu des Lauracées ou une famille voisine.



Fig. 18. — Diagramme de la fleur de *Cassytha filiformis*.

Les pages suivantes vont faire connaître d'une manière plus complète la fleur de ces plantes parasites en prenant toujours comme type le *Cassytha filiformis*. Avant d'entrer dans la connaissance détaillée de cette fleur, il est utile d'en acquérir une première idée par une courte description de ses caractères généraux (fig. 18 et 19).

Caractères généraux. — Les fleurs des *Cassytha* sont petites, sessiles, disposées en épis, insérées suivant la fraction 2/5 sur une spire montant de droite à gauche. Chaque fleur est placée à l'aisselle d'une bractée charnue accompagnée latéralement de deux autres bractées. Lorsqu'elle est jeune, elle porte le gynécée au fond d'un réceptacle légèrement concave sur les bords

duquel s'insèrent les pièces du calice, de la corolle et de l'androcée.

Le calice est formé de 3 petits sépales, largement sessiles, alternant avec les bractées; il y a donc un sépale postérieur. La corolle possède 3 pétales alternant avec les sépales, dont un antérieur, par conséquent. L'androcée est formé de 4 verticilles, de 3 étamines chacun. Les étamines du premier et du troisième verticille sont oppositisépales et à anthères introrses pour le premier, extrorses pour l'autre. Les étamines du second et du quatrième verticille sont épipétales : les premières sont à anthères introrses, les autres sont stériles et se réduisent à des staminodes courts et charnus. Au centre est un gynécée libre, à ovaire uniloculaire, surmonté d'un style court et trapu portant un stigmate triangulaire. Dans l'ovaire se trouve un seul ovule anatrope, pendant, inséré légèrement en avant, dont le raphé est tourné du côté de l'axe floral. Le fruit est un achaine entouré complètement d'une enveloppe formée par le réceptacle qui, après la fécondation, s'est accru et épaissi. Autour du bord de cette induvie réceptaculaire persistent les restes desséchés du périanthe et de l'androcée. Sur un même épi (fig. 19), l'on trouve, du sommet à la base, des fleurs jeunes, des fleurs dont le réceptacle se développe peu à peu, des fleurs à réceptacle complètement développé en induvie, et enfin des fruits mûrs entourés de leur enveloppe réceptaculaire.

Maintenant, examinons cette fleur d'un peu plus près.

Ordre de développement des divers verticilles. — Les pièces de chaque verticille ne sont pas exactement insérées à un même niveau, comme cela semble paraître quand on examine la fleur à l'œil nu et même à la loupe. Des coupes en séries, examinées au microscope, montrent qu'elles sont disposées sur une spire très surbaissée, et que leur insertion se fait, de la base au sommet de la fleur, sur les bords de la coupe réceptaculaire, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

Apparaissent d'abord, sur l'axe de la fleur, les deux bractées latérales puis la bractée antérieure, au milieu desquelles se développe la fleur. Sur les bords du réceptacle, c'est le sépale qui se montre le premier; dans la corolle, c'est le pétale antérieur qui apparaît le dernier.

L'ordre de naissance des étamines est intéressant à suivre : ce sont les étamines oppositisépales qui se montrent les premières, c'est-à-dire les étamines du premier et du troisième verticille de l'androcée. Ces deux étamines qui tournent l'une contre l'autre leurs anthères, naissent d'un tronc commun sur le bord réceptaculaire en même temps que commence à se dessiner sur ce même bord la base largement sessile des pétales. Apparaissent ensuite, sensiblement au-dessus de ce niveau, les étamines du deuxième et du quatrième verticille. Ces étamines sont, non seulement oppositipétales mais encore épipétales. Elles ont en effet, avec les pétales, un certain parcours commun en concrescence basilaire.

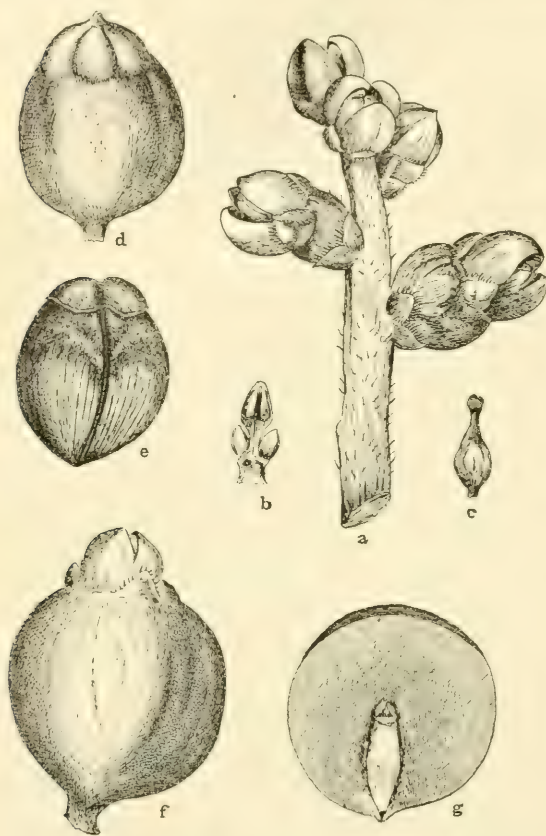


Fig. 19. — *a*, fragment de rameau floral de *Cassytha filiformis*. Gr. 5. — *b*, étamine du 3e verticille de l'androcée munie d'appendices latéraux. Gr. 8. — *c*, pistil. Gr. 8. — *d*, fruit. Gr. 5. — *e*, noyau contenant la graine. Gr. 5. — *f*, fruit entouré du réceptacle accru en induvie et surmonté des pièces du périanthe. Gr. 8. — *g*, moitié d'une graine ouverte suivant le plan passant entre les deux cotylédons. Gr. 10.

C'est d'abord l'étamine du quatrième verticille (qui se réduit, avons-nous dit, à un staminode) qui se détache la première du pétale ; à un niveau au-dessus se détache ensuite du pétale l'étamine du second verticille.

En résumé, en ce qui concerne l'androcée, l'ordre d'appari-

tion des quatre verticilles n'est pas le même que l'ordre des verticilles : le premier verticille apparaît le premier, le second verticille apparaît le quatrième, c'est-à-dire le dernier ; le troisième verticille apparaît le second, et enfin le quatrième et dernier verticille formé de staminodes apparaît le troisième ; les staminodes se détachent des pétales très près du centre de la fleur et ainsi forment le cycle le plus profond de l'androcée.

Enfin, au fond du réceptacle, le gynécée se forme en dernier lieu.

Lorsque la fleur est complètement développée les étamines du premier et du deuxième verticille soulèvent leurs anthères légèrement au-dessus du stigmate. Les anthères du troisième verticille sont un peu plus basses et enfin les staminodes viennent se terminer au niveau de la base des sacs polliniques des étamines de ce troisième verticille.

Course des faisceaux, du rameau floral dans le réceptacle. — Une fleur prend naissance sur le rameau floral en face d'un faisceau libéroligneux. Ce faisceau, comme tous ceux que nous avons étudiés dans la tige, possède généralement une grande lacune mucilagineuse libérienne. Cette lacune vient se terminer au niveau d'insertion de la future fleur. En se dirigeant vers l'axe de la fleur, le faisceau se divise peu à peu en deux tronçons, puis l'une des branches se divise de nouveau en deux, de sorte que la stèle de l'axe floral, tout à fait à sa base est formée de trois petits faisceaux libéroligneux, l'un antérieur, les deux autres latéraux (fig. 20, I). Dès la base, le faisceau antérieur détache un petit cordon uniquement vasculaire destiné à la bractée antérieure ; ce petit cordon s'élève légèrement dans cette bractée charnue près de son épiderme interne, puis, au sein du parenchyme il s'infléchit subitement vers l'extérieur, devient presque horizontal et vient s'éteindre non loin de l'épiderme externe. Cette bractée antérieure est la seule qui possède une nervure ; de plus, cette nervure est purement vasculaire, les bractées latérales n'empruntent aucun faisceau à l'axe. Il arrive parfois que le cordon vasculaire destiné à cette écaille antérieure se détache le premier de l'un des deux troncs libéroligneux primitifs avant que le troisième faisceau ne soit isolé.

Les trois faisceaux qui, à la base, forment la stèle de l'axe

floral, se ramifient de telle sorte qu'à un niveau légèrement voisin de celui du calice la stèle est formée enfin de six faisceaux (fig. 20, II).

A ce moment, la stèle florale est définitivement formée et

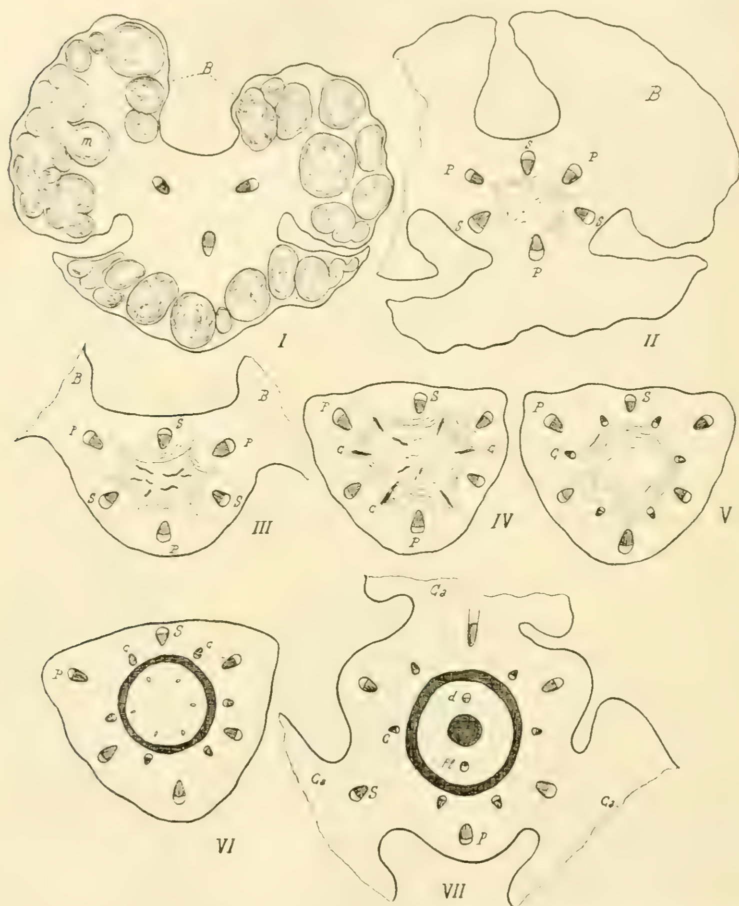


Fig. 20. — Principaux niveaux de la course des faisceaux, de l'axe floral dans le réceptacle et le pistil : B, bractées florales ; S, faisceaux sépalaires ; P, faisceaux pétalaires ; C, faisceaux carpellaires ; C*a*, pièces du calice ; *d*, faisceau dorsal, et P*l*, faisceau placentaire du pistil.

ses six faisceaux sont régulièrement orientés dans la section, de forme générale triangulaire, de l'axe floral, au niveau des trois bractées, presque au niveau où va se détacher le sépale postérieur. Dans les coupes II, III de la figure 20, trois faisceaux occupent les sommets du triangle qui correspondent aux bractées :

ce sont les faisceaux (P) destinés aux pétales et aux étamines qui en dépendent. Les autres faisceaux (S) sont placés au milieu des côtés du triangle et sont destinés aux sépales et aux étamines oppositisépales. Les six faisceaux prennent rapidement une disposition encore plus accentuée, par suite d'un léger refoulement des assises internes de parenchyme qui forment, au-dessus de chacun d'eux, des arceaux d'assises un peu serrées, tournant leur convexité vers l'intérieur et dessinant au centre de l'axe un massif cellulaire hexagonal à côtés concaves (fig. 20, II).

A partir de ce niveau, si l'on suit la série des sections successives de bas en haut, l'on voit apparaître dans cet hexagone central, sans liaison aucune avec les six faisceaux périphériques, des traînées d'éléments vasculaires rayés, qui peu à peu s'orientent sur les six angles de l'hexagone et qui enfin aboutissent en ces points, à ces faisceaux libéroligneux inverses, c'est-à-dire à bois orienté en dehors et à liber orienté en dedans (C). Ces faisceaux inverses sont tout d'abord dirigés obliquement et apparaissent, eux aussi, soudain, sans liaison aucune avec les six faisceaux périphériques. Puis ils se redressent et enfin, à un certain niveau, la section présente deux cycles de faisceaux : l'externe formé par les six faisceaux primitifs directs, l'interne formé par les six vaisseaux inverses qui alternent avec les premiers (fig. 20, III, IV, V).

Au-dessus du niveau que nous venons d'examiner l'axe se creuse légèrement en coupe ; les sections à travers cette coupe réceptaculaire prennent par conséquent la forme d'une couronne au milieu de laquelle se trouvent les sections de la base du pistil, puis, peu à peu, les sections de l'ovaire. Dans cette couronne se trouve toujours le système des six faisceaux périphériques directs et des six faisceaux internes inverses alternant avec les premiers (fig. 20, VI, VII).

Au niveau marqué par la figure 21, I, qui ne représente qu'un fragment de la paroi de la coupe réceptaculaire, se trouve l'insertion d'un sépale, après le détachement de ce sépale l'on voit naître peu à peu, sur la paroi, le tronc commun aux deux étamines oppositisépales appartenant au premier et au troisième verticille. Presque au même niveau commence à

se dessiner la base des pétales largement sessiles (fig. 21).

La course des faisceaux dans le réceptacle se fait avec une remarquable harmonie et elle est très instructive. J'ai dit plus haut la destinée des six faisceaux périphériques, nous étudierons plus loin leur distribution dans le périanthe et dans l'androcée, mais il nous faut comprendre d'abord la signification du second cercle de faisceaux inverses alternant avec les faisceaux du cercle périphérique.

Considérons le niveau I (fig. 21). Ce niveau correspond à l'insertion d'un sépale. On trouve là un groupe de trois faisceaux : l'un antérieur, direct, appartenant au premier cercle, les deux autres inverses, placés à droite et à gauche du premier et appartenant au second cercle.

Le faisceau médian sépalaire, vers le niveau de l'insertion du sépale, divise en trois cordons sa partie libérienne. Le cordon libérien central pénètre dans le sépale et y constitue sa nervure unique purement libérienne. Après le départ de cette nervure sépalaire, il reste dans l'axe un faisceau libérien central réparateur, mais les deux cordons libériens latéraux cheminent vers le liber des faisceaux inverses, tandis que le bois du faisceau central se raccorde peu à peu, à droite et à gauche, avec le bois des faisceaux inverses (fig. 21, II, III, IV).

A ce niveau, le faisceau sépalaire semble être réuni aux deux faisceaux inverses par une anastomose. Nous voyons enfin se dessiner une liaison entre les faisceaux périphériques et ces faisceaux internes inverses qui nous sont apparus subitement à un niveau inférieur.

En réalité, c'est à ce niveau même, c'est-à-dire au point culminant de la paroi réceptaculaire, que se forment ces faisceaux inverses, de la manière suivante : après le départ de la nervure libérienne sépalaire, le faisceau libéroligneux périphérique se ramifie en trois tronçons, l'un central, qui n'est autre chose que la continuation du faisceau primitif ou son réparateur, et deux latéraux. Les deux faisceaux latéraux cheminent presque horizontalement dans la paroi du réceptacle, formant deux traînées libéroligneuses en forme de V avec liber en dehors et bois en dedans, par conséquent, d'orientation normale. Mais arrivés vers le bord interne de la coupe récepta-

culaire, ils descendent vers la base du réceptacle et cheminent désormais de haut en bas. Dans ce changement de direction, ils forment naturellement des cordons libéroligneux inversement



Fig. 21. — Course des faisceaux dans les étamines oppositisépales, formation de ces étamines, origine des faisceaux inverses carpellaires C: *Sep*, sépales; P, pétales; E_1, E_2, étamines oppositisépales formant le 1[er] et le 3[e] verticille de l'androcée.

orientés, c'est-à-dire présentant le bois en dehors et le liber en dedans.

Si maintenant nous examinons les sections transversales précédentes dans un ordre inverse, nous suivrons, avec facilité, la course de ces faisceaux inverses de haut en bas du réceptacle et nous en comprendrons la signification. Ces faisceaux, issus par paire, comme nous venons de le voir, du faisceau

libéroligneux sépalaire, arrivés au point culminant de la coupe réceptaculaire, se retournent et cheminent de haut en bas en se dirigeant vers le fond du réceptacle. Là, ils marquent les six sommets de la masse parenchymateuse centrale hexagonale (fig. 20, V, IV). C'est à ce niveau qu'ils nous étaient apparus précédemment, et où, au premier abord, leur présence nous avait étonné. Dans leur course descendante, ils s'acheminent vers le centre de la coupe réceptaculaire, en prenant, par suite, une direction un peu oblique (fig. 20, IV) et ils viennent s'éteindre, au centre de cette coupe, en un bouquet d'éléments purement vasculaires (IV, III, fig. 20).

En résumé, les trois faisceaux externes sépalaires sont la source des six faisceaux internes qui, après s'être retournés au sommet du réceptacle, viennent s'éteindre au fond de la cavité réceptaculaire. Au fond de cette cavité, mais à un niveau un peu supérieur à celui marqué par la figure III précédente, s'insère la base du pistil, le pied de l'ovaire. Nous verrons un peu plus loin, et on le devine déjà, que les six faisceaux inverses ne sont autre chose que les faisceaux destinés au pistil, c'est-à-dire des faisceaux carpellaires.

Cette course des faisceaux nous fait comprendre la vraie structure du réceptacle floral : à un niveau inférieur, représenté, par exemple, par la figure 20 (II, III), l'axe floral, plein, possède une stèle formée par six faisceaux libéroligneux sépalaires et pétalaires régulièrement distribués dans l'ordre que nous avons décrit. Au niveau de l'insertion du calice, ou, plus exactement, au niveau de l'insertion des dernières pièces oppositisépales de l'androcée, l'axe s'invagine légèrement pour former un réceptacle en forme de coupe, peu profonde au début. Cette invagination se produit après que les trois faisceaux sépalaires ont détaché la nervure unique libérienne destinée à chaque sépale et donné naissance, chacun, à deux faisceaux libéroligneux. Nous verrons plus loin que ces deux faisceaux libéroligneux fournissent, en haut, les tronçons destinés aux deux étamines oppositisépales, mais, après cela, ils continuent leur course. Entraînés par l'invagination du réceptacle, ils se retournent et cheminent de haut en bas en prenant, de ce fait, l'orientation inverse. Ces six faisceaux sont

destinés au pistil, ainsi que nous le verrons plus loin. Un peu au-dessous du niveau où ils pénètrent dans le pistil, ils viennent s'éteindre en un bouquet d'éléments vasculaires, au centre même de la coupe, à un niveau qui représente, par conséquent, le véritable sommet anatomique de l'axe floral.

On voit donc que les carpelles ne sont pas insérés exactement au sommet de l'axe floral, et que ce sommet invaginé se trouve au-dessous du niveau de naissance du pédoncule ovarien. Le sommet de l'axe ne prend donc aucunement part à la formation de la fleur, puisqu'il est invaginé au-dessous des carpelles qui forment le verticille le plus profond de la fleur, c'est-à-dire au-dessous de la fleur même. C'est ce sommet invaginé qui, pressé par la région périphérique à six faisceaux sépalaires et pétalaires, prend la forme d'une masse parenchymateuse hexagonale.

Nous connaissons maintenant la signification générale de l'appareil conducteur de l'axe floral. Nous verrons comment cet appareil se distribue avec une grande symétrie dans les diverses pièces florales, à mesure que nous étudierons la structure des divers verticilles.

Bractées. — Chaque fleur, sessile, est entourée de trois bractées oppositipétales ; il y a, par conséquent, une bractée antérieure et deux latérales. Ce sont de simples petites écailles triangulaires dont les bords sont munis de cils épidermiques raides, analogues à ceux des écailles caulinaires (fig. 19).

Le parenchyme est presque entièrement transformé en tissu mucilagineux. Des cellules mucilagineuses confluent entre elles en nombre variable et forment des poches plus ou moins vastes pleines d'un épais mucilage (fig. 20, I).

Les deux bractées latérales sont insérées à peu près à un même niveau, inférieur au niveau d'insertion de la bractée antérieure. Seule, cette bractée antérieure reçoit un faisceau de l'axe floral, faisceau uniquement vasculaire dont nous avons étudié ci-dessus la course et la structure.

Calice. — Les sépales sont, comme les bractées, de simples écailles charnues, épaisses, ciliées sur les bords et dont la forme rappelle celle des écailles caulinaires. Comme ces dernières, les sépales sont largement sessiles et se prolongent en un lobe

arrondi au-dessous de leur surface d'insertion ; charnus et concaves dans la partie centrale, ils s'amincissent vers les bords. Le tissu est presque entièrement constitué par de grosses cellules mucilagineuses qui, par leur confluence, forment çà et là de grosses poches à mucilage; en de nombreuses places, l'épiderme prend part à la formation de ces poches.

Nous avons vu plus haut que le sépale n'est irrigué que par un seul faisceau, court et simplement libérien, rameau détaché du faisceau libéroligneux que j'ai nommé sépalaire et qui, dès la base de l'axe floral, est placé au milieu du côté de la section triangulaire de cet axe (fig. 20). Ce faisceau est formé d'un mince cordon de 3-4 cellules criblées, courtes et trapues, qui traverse horizontalement l'écaille dans sa région la plus charnue et ne s'élève pas verticalement,

Corolle. — Les pétales, largement sessiles, concaves et triangulaires, commencent à se détacher de la paroi de la coupe réceptaculaire, à peu près au même niveau où se détache le tronc commun aux deux étamines oppositisépales. L'épiderme externe est fortement cutinisé, l'interne est à membranes minces. Le parenchyme est formé, dans la région médiane, de 4-5 assises de cellules irrégulières à petits méats. L'assise sous-épidermique externe est formée presque entièrement de grosses cellules mucilagineuses ; çà et là, dans le parenchyme, se trouvent disséminées quelques cellules à mucilage. Vers les deux tiers de la hauteur du pétale, lorsque la dernière étamine conscrescente est détachée complètement, l'assise sous-épidermique interne devient aussi, peu à peu, mucilagineuse. Le parenchyme devient lui-même progressivement mucilagineux et, vers le sommet, il ne forme plus qu'un gros amas de mucilage.

Vers la base de l'axe floral, il y a trois faisceaux pétalaires destinés chacun à un pétale, et placés aux trois sommets de la section triangulaire du réceptacle (fig. 20). Au niveau de détachement du pétale, ce faisceau pétalaire unique est réuni, à droite et à gauche, à l'appareil conducteur du tronc commun des étamines oppositisépales par une anastomose purement libérienne qui aboutit aux faisceaux uniquement libériens des appendices staminaux du troisième verticille de l'androcée.

Dans le limbe du pétale, ce faisceau pétalaire se divise en trois branches libéroligneuses, dont une centrale et deux latérales. Chaque pétale est concrescent, pendant un certain parcours, avons-nous dit plus haut, avec les étamines du quatrième et du troisième verticille. L'étamine du quatrième verticille réduite à un staminode, se détache du pétale la première, progressivement. Le faisceau central envoie dans cette étamine un faisceau libéroligneux. Ensuite, se détache du pétale l'étamine du second verticille, qui emprunte, elle aussi, à la nervure centrale un cordon libéroligneux. La nervure médiane, au sein du pétale, est formée de 4-5 éléments vasculaires et d'autant d'éléments libériens. Ce faisceau s'élève dans le limbe jusqu'à une faible distance du sommet, mais le liber s'éteint le premier. Les faisceaux latéraux se bifurquent parfois, ordinairement une seule fois, et souvent d'un seul côté seulement. Il y a alors deux faisceaux latéraux d'un côté de la nervure médiane, et un seul de l'autre côté. Le liber des faisceaux latéraux s'éteint à une faible hauteur, le bois, au contraire, formé d'abord de 3-4 éléments, s'accroît en montant dans le limbe en s'adjoignant des éléments rayés ou longuement ponctués d'un diamètre relativement assez grand.

CHAPITRE II

L'androcée.

Nous avons vu que l'androcée est formé de quatre verticilles trimères, les étamines du premier et du troisième verticille sont oppositisépales ; celles du second et du quatrième verticille sont épipétales. Les anthères sont à deux sacs polliniques s'ouvrant par un clapet selon le mode connu chez les Lauracées ; les grains de pollen sont sphériques et légèrement verruqueux (fig. 22).

Étamines oppositisépales. — Ce sont celles qui apparaissent les premières. Elles naissent sur un tronc commun qui commence à se dessiner, au point culminant de la paroi de la

coupe réceptaculaire, au même niveau que la base d'insertion des pétales sessiles.

L'étamine du premier verticille est à anthère introrse; l'étamine du troisième verticille est à anthère extrorse faisant face à l'anthère précédente, elle porte sur son filet court et trapu, latéralement et de chaque côté, un petit appendice charnu, sessile, se terminant en pointe vers la base des anthères (fig. 19, *b*).

Les figures 21 montrent la disposition de l'appareil conducteur dans le tronc commun à ces deux étamines. Ce tronc commun commence à se former un peu au-dessus du niveau où le faisceau sépalaire a envoyé au sépale sa nervure libérienne et s'est divisé lui-même en deux rameaux destinés aux carpelles qui, par suite de l'invagination de l'axe, forment, comme nous l'avons vu plus haut, deux faisceaux descendants à orientation inverse. Le faisceau libéroligneux central, continuateur ou mieux réparateur du faisceau sépalaire, est destiné à irriguer, seul, l'étamine du premier verticille. Les deux faisceaux libéroligneux issus du faisceau sépalaire, avant de continuer leur course descendante et d'orientation inverse vers le pistil, détachent vers le haut deux tronçons libéroligneux qui se réunissent bientôt en un seul et qui est destiné au filet de l'étamine du troisième verticille. Arrivé vers le bord interne de la coupe réceptaculaire, au moment où ils vont se retourner pour cheminer de haut en bas, ces mêmes faisceaux détachent encore, chacun, un cordon uniquement libérien destiné à chaque appendice de la même étamine (V, VI, VII, VIII). Le tronc commun aux deux étamines se bifurque bientôt pour donner à l'extérieur l'étamine du premier verticille et à l'intérieur celle du troisième verticille.

La première a donc un unique faisceau libéroligneux; la seconde possède trois faisceaux : un central libéroligneux qui irriguera l'étamine elle-même, et deux cordons latéraux purement libériens destinés aux appendices staminaux (IX, X, XI).

Cette description complète l'exposé de la course des faisceaux sépalaires. Pour la commodité de la description j'ai suivi les faisceaux staminaux comme des rameaux détachés des faisceaux carpellaires, eux-mêmes issus par paire de chaque faisceau

sépalaire. En réalité, ces faisceaux carpellaires ne sont que les réparateurs des derniers faisceaux staminaux.

Le filet de l'étamine du premier verticille, d'abord de section triangulaire et étroite, s'élargit peu à peu et devient foliacé. La section de ce filet, avant le niveau de l'anthère, a l'aspect de celle d'une écaille caulinaire. Cette région foliacée embrasse le filet de l'étamine qui est en face, au-dessus des appendices. Au centre du filet se trouve le faisceau libéroligneux, presque tout le parenchyme est mucilagineux. Avant d'arriver à l'anthère, le filet se réduit peu à peu, perdant sa forme foliacée et devenant plus épais. Le faisceau vient s'éteindre peu à peu dans le connectif, vers le milieu de la hauteur des sacs polliniques ; il n'a guère que deux tubes criblés et autant de vaisseaux spiralés ; le bois s'éteint le premier. Dans la région qui entoure les clapets de déhiscence et dans la région qui sépare ces deux clapets, l'épiderme est papilleux. Au-dessus des sacs polliniques le connectif se continue par un massif épais à section d'abord pentagonale, qui s'atténue peu à peu en pointe, et dont le tissu finit par être uniquement formé de grosses cellules à mucilage (fig. 22).

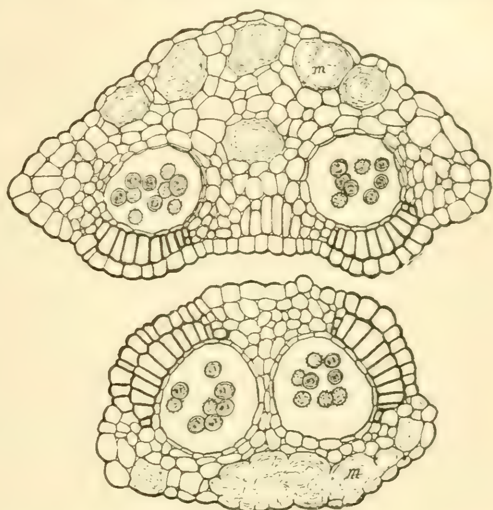


Fig. 22. — Sections transversales, à un même niveau dans les anthères des étamines oppositisépales ; *m*, cellules et cavités à mucilage. Gr. 97.

Les étamines du troisième verticille sont les plus différenciées de tout le système (fig. 19, *b*) ; leurs appendices charnus, pyriformes, sessiles, ont la valeur de lobes foliaires. L'appareil conducteur est formé, comme nous l'avons dit plus haut, d'un faisceau libéroligneux central et de deux faisceaux libériens latéraux. Le faisceau central s'élève verticalement dans le filet

et vient se terminer au-dessous de l'anthère; le liber s'éteint avant le bois. Les deux faisceaux libériens latéraux sont destinés aux appendices staminaux; une fois arrivé dans l'appendice, le faisceau libérien se ramifie en deux ou trois cordons de 2-3 tubes criblés, qui irriguent la masse de l'appendice et s'éteignent avant d'arriver au sommet.

Vers la base, le filet est formé d'un parenchyme ordinaire avec quelques cellules à mucilage. Ces cellules mucilagineuses deviennent de plus en plus nombreuses et forment bientôt la masse générale du tissu; elles se fondent, par places, les unes dans les autres, formant de grosses poches mucilagineuses, séparées çà et là par des murs d'une seule assise de cellules ordinaires. Le filet, en cette région, est une vraie éponge à mucilage au centre de laquelle se trouve le petit faisceau libéroligneux. Entre les appendices et l'anthère, le mucilage diminue et tend à occuper seulement la partie périphérique, tandis que le tissu central passe peu à peu au parenchyme homogène à cellules polyédriques. Dans l'anthère le tissu mucilagineux est localisé sur les côtés et en dedans de la fleur, puis en avant. Au-dessus des sacs polliniques l'axe se continue par une petite pointe constituée uniquement par du tissu mucilagineux.

Les appendices sont recouverts d'un épiderme assez régulier à éléments allongés tangentiellement. Le tissu interne est un parenchyme entremêlé de grandes cellules mucilagineuses qui deviennent de plus en plus abondantes vers le sommet.

Étamines épipétales. — C'est l'étamine du quatrième verticille, c'est-à-dire la plus centrale de l'androcée, qui se détache la première du pétale. Elle se réduit à un staminode pyriforme supporté par un court filet. Cette masse, convexe du côté externe, est légèrement creusée, du côté interne, par un sillon qui commence un peu au-dessous du sommet et qui se prolonge sur le filet lui-même. Le sillon divise donc le staminode en deux lobes latéraux assez bien dessinés. Ces deux lobes se prolongent à la base, à droite et à gauche du filet, par deux appendices arrondis presque aussi longs que le filet. La section longitudinale axile a donc un aspect cordiforme.

Dans la région médiane du staminode le tissu est formé d'un

parenchyme central de cellules arrondies, entouré d'un cercle de grosses cellules mucilagineuses qui, du côté externe, sont sous-épidermiques. Un peu plus haut, l'appareil mucilagineux se divise en deux massifs sous-épidermiques, l'un du côté extérieur de la fleur, l'autre du côté intérieur. Vers le sommet le tissu devient presque entièrement mucilagineux.

L'appareil conducteur est constitué par la ramification d'un unique faisceau libéroligneux issu du faisceau central pétalaire. Ce faisceau, encore contenu dans le pétale, est formé d'un liber de 9-10 tubes criblés et d'un bois de 1-2 trachées. Quand il pénètre dans le filet, la partie libérienne se divise en deux petits cordons à droite et à gauche et un peu en dehors de la partie vasculaire. Le cordon vasculaire s'élève verticalement, sans se ramifier, et s'éteint vers la région médiane du staminode.

Les deux cordons libériens se ramifient et se répandent à travers la masse charnue et dans les appendices basilaires latéraux du staminode.

Ce staminode, avec ses rudiments d'appendices latéraux libres seulement dans leur partie basilaire, avec son appareil conducteur réduit, mais comparable à celui de l'étamine du troisième verticille, semble provenir de l'avortement d'une étamine semblable à cette dernière. Ce staminode représenterait donc une étamine à appendices latéraux, opposant ses sacs polliniques extrorses aux sacs introrses de la seconde étamine épipétale. Les deux étamines épipétales formeraient donc un groupe d'étamines analogue au groupe oppositisépale.

Les étamines du second verticille, opposées aux staminodes, sont analogues aux étamines du premier verticille, mais plus petites que ces dernières, ce qui renforce la comparaison précédente. Le filet se détache du pétale au niveau de la région médiane du staminode ; son tissu est presque entièrement mucilagineux. Au centre, au sein d'une mince zone parenchymateuse se trouve un petit faisceau libéroligneux de 3-4 tubes criblés et de 5-7 vaisseaux. Le faisceau s'éteint à la base de l'anthère, le liber avant le bois.

CHAPITRE III

Le pistil.

Le pistil est formé d'un ovaire uniloculaire, plus ou moins ovoïde, supporté par un court pédicelle et surmonté d'un style au-dessus duquel s'épanouit un stigmate triangulaire. A partir d'un certain stade de développement, l'on peut distinguer sur la surface de l'ovaire six légers sillons dessinant autant de lobes superficiels (fig. 19, *c*). Le style a grossièremement la forme d'un prisme triangulaire tournant une arête du côté de l'axe floral. Sa face antérieure est parcourue par un léger sillon longitudinal se continuant jusqu'au stigmate qui, de ce côté, présente une légère échancrure.

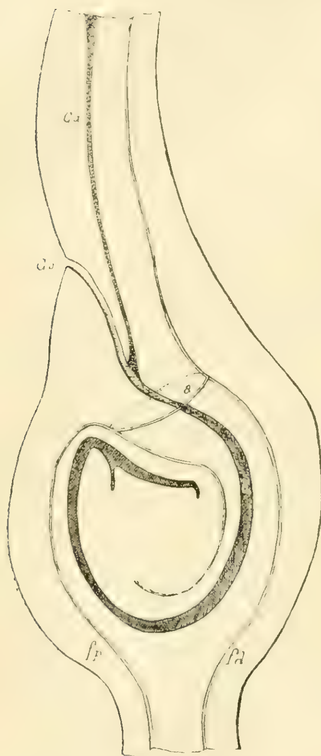


Fig. 23. — Section du pistil dans son plan antéro-postérieur de symétrie : *fd*, faisceau dorsal se prolongeant dans le style jusqu'au stigmate ; *fp*, faisceau placentaire se rendant dans l'ovule unique ; *a*, anastomose circulaire reliant les deux faisceaux *fp* et *fd* ; *Co*, canal ovarien débouchant à l'extérieur, en avant de la fleur ; *cd*, tissu conducteur du style. Gr. 78.

Si l'on considère une coupe axile du pistil, passant par le plan antéro-postérieur de la fleur (fig. 23), on remarque, au-dessus de la loge ovarienne, un petit canal oblique s'ouvrant au dehors, à la base du style et du côté antérieur de la fleur, et débouchant au dedans au plafond de l'ovaire (*co*). La loge ovarienne contient un seul ovule, suspendu au sommet, un peu en avant, au bord de l'orifice interne de ce canal ovarien dont nous comprendrons plus loin la signification. L'ovule est anatrope, à raphé tourné du côté de l'axe floral, son micropyle est

ramené en haut, du côté du placenta, son plan de symétrie coïncide avec le plan floral antéro-postérieur.

L'étude de cette partie de la fleur est très intéressante et nous allons voir que l'anatomie va jeter un jour tout nouveau sur la structure du pistil des Cassythacées et même de toutes les Lauracées.

Suivons d'abord la marche des faisceaux carpellaires.

Marche des faisceaux carpellaires. — Nous connaissons l'origine des six faisceaux inverses observés dans la paroi du réceptacle. Ces faisceaux sont destinés au pistil. Entraînés par l'invagination du réceptacle, ils cheminent de haut en bas et viennent s'éteindre en un bouquet d'éléments vasculaires au centre de la coupe réceptaculaire à un niveau qui marque le véritable sommet anatomique de l'axe. Mais auparavant, c'est-à-dire au-dessus de ce niveau de l'axe invaginé, soit, en réalité, un peu au-dessous du sommet de l'axe, ils pénètrent dans le pédoncule ovarien pour constituer l'appareil conducteur du pistil (fig. 20, III, IV, V, VI).

Si l'on considère un pistil jeune, avant la fécondation, cet appareil conducteur n'est pas complètement différencié, mais il présente cependant le caractère principal qu'il aura d'une manière définitive.

Les six faisceaux inverses, après avoir pénétré dans le pédoncule ovarien (fig. 20, VI), s'anastomosent d'une manière un peu confuse pour former en définitive deux branches placées dans le plan antéro-postérieur, l'une en avant, l'autre en arrière de la fleur (fig. 20, VII). Ces faisceaux sont d'abord simplement libériens, peu à peu ils deviennent libéroligneux. Le faisceau postérieur chemine dans la paroi de l'ovaire, pénètre dans le style en arrière du cordon de tissu conducteur, c'est-à-dire du côté interne de la fleur. Ce faisceau vient s'éteindre au voisinage du stigmate. Le faisceau antérieur est destiné à l'ovule, c'est le faisceau placentaire. Il s'élève dans la paroi de l'ovaire jusqu'à son point culminant, puis s'incurve et descend le long du canal ovarien ; il pénètre enfin dans le funicule et le raphé de l'ovule, et nous verrons plus loin de quelle manière curieuse il s'épanouit dans la chalaze. La course de ces deux faisceaux est représentée dans la figure 23.

Après la fécondation, dans le jeune fruit en voie de développement, cet appareil conducteur se différencie davantage. Les six faisceaux inverses, venus de haut en bas du réceptacle, pénètrent dans le pédoncule du jeune fruit, en reprenant, naturellement, par leur redressement, leur orientation normale de bois en dedans et de liber en dehors. Une coupe, à la base du pédoncule, a une forme grossièrement hexagonale, avec, dans chaque angle, un faisceau libéroligneux direct.

Ces six faisceaux originels s'anastomosent, et se mêlent bientôt d'une façon confuse en même temps qu'ils donnent des branches libéroligneuses qui s'élèvent dans la paroi du jeune péricarpe. A un certain niveau, on reconnaît toujours la forme primitivement hexagonale de la section, mais les côtés deux par deux se sont évasés pour donner à la section une forme dominante triangulaire, avec un angle orienté du côté de l'axe floral (fig. 27, IV). Le nombre des faisceaux, dans la paroi, est irrégulier, mais les principaux occupent les sommets et les milieux des côtés du triangle. Tous ces faisceaux s'éteignent un peu avant le sommet de l'ovaire, à l'exception de deux qui, dès l'origine, se font remarquer par leur importance. Ce sont les faisceaux examinés plus haut, les seuls formés dans l'ovaire jeune et qui même débutent à l'état purement libérien, c'est-à-dire le faisceau postérieur ou stylaire, placé dans l'angle postérieur de la paroi, et le faisceau antérieur ou placentaire placé au milieu du côté antérieur de la paroi triangulaire (fig. 20 et 23). Au sommet de l'ovaire, dès l'état jeune, les deux faisceaux stylaire et placentaire sont réunis à droite et à gauche par une anastomose. Ces anastomoses constituent un cordon circulaire entourant la base du canal ovarien et situé dans un plan incliné d'arrière en avant (fig. 23).

Origine tricarpellaire du pistil. — Dans une coupe axile antéro-postérieure, nous avons remarqué déjà ce curieux canal placé antérieurement, à la base du style, et faisant communiquer la loge ovarienne avec l'extérieur (fig. 23). Sur une coupe transversale pratiquée au sommet de l'ovaire sous la base du style, on aperçoit, au centre, la section de ce canal. Cette section se présente sous l'aspect d'un orifice bordé par trois lèvres épidermiques, une antérieure et deux latéro-postérieures, ou mieux

sous l'aspect d'une fente à trois branches, l'une postérieure, les deux autres antéro-latérales. Cette fente, apparemment formée par la soudure de trois épidermes, provient évidemment des bords soudés de trois carpelles ouverts, l'un postérieur, les deux autres antéro-latéraux, c'est-à-dire, tous trois oppositisépales.

On retrouve donc au sommet de l'ovaire les traces bien nettes de trois carpelles oppositisépales ayant constitué cet organe. La position de ces carpelles correspond exactement à la position théorique qu'ils doivent avoir, *a priori*, dans une telle

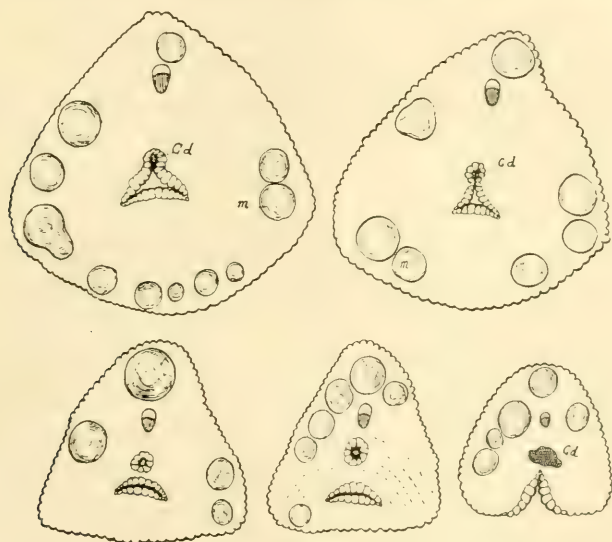


Fig. 24. — Sections transversales pratiquées au sommet de l'ovaire, au-dessous du style, à travers le canal ovarien : *cd*, tissu conducteur; *m*, cellules mucilagineuses.

fleur. Cette fleur, en effet, de la corolle au pistil, possède six verticilles trimères de pièces alternant entre elles d'un verticille à l'autre. Les staminodes, pièces du sixième verticille, sont oppositipétales; les trois pièces du septième verticille, c'est-à-dire les carpelles constituant le pistil, si elles sont normalement placées, doivent être oppositisépales.

L'étude plus approndie de ce sommet de l'ovaire, va, du reste, fortifier encore cette opinion.

Si l'on fait une série de coupes à travers le canal ovarien, on voit que la fente à trois branches se rapproche, naturelle-

ment, de plus en plus du bord antérieur floral à mesure que l'on se rapproche de l'orifice externe de ce canal. Les deux branches latérales de la fente étoilée se raccourcissent de plus en plus, et enfin, à l'ouverture externe du canal, la coupe transversale de l'ovaire, ou mieux, de la base du style, ne présente plus que la branche primitivement postérieure de la fente à trois branches (fig. 24). A proprement parler, il n'y a plus qu'une fente simple s'ouvrant désormais du côté antérieur de la fleur. A partir de ce point, c'est-à-dire à partir de l'orifice externe du canal ovarien, les coupes du style continuent à présenter une fente antérieure, et cette fente correspond au sillon antérieur du style, qui se continue jusqu'au stigmate.

On voit donc qu'au sommet de l'ovaire, ou mieux à la base du style, on ne trouve plus qu'un seul repli carpellaire. Des trois carpelles constituant le pistil, seul le carpelle postérieur se continue jusqu'au sommet par son style et son stigmate. Les deux carpelles latéro-antérieurs ne prolongent pas en style leur région médiane, ou, du moins, ont un style très réduit. Au sommet de l'ovaire, les styles ne sont concrescents et ne forment une base commune que pendant un court parcours. Pendant ce court trajet, ils laissent entre eux un *canal stylaire* qui s'ouvre à l'extérieur au point où se terminent les deux styles latéro-antérieurs et où se continue le style unique postérieur. Le canal ovarien de tout à l'heure n'est donc qu'un canal stylaire interrompu au point où cessent deux des styles qui le constituent, les styles antérieurs, et s'ouvrant, par suite de cette interruption, au sommet de l'ovaire et à la base du style unique persistant.

Dans les fleurs de nombreuses plantes où les styles et le canal stylaire se continuent tous jusqu'aux stigmates, c'est dans ce canal que se forme, la plupart du temps, le tissu conducteur des tubes polliniques. Ici, le tissu conducteur n'a pu se former que dans la région du canal stylaire appartenant au seul carpelle se prolongeant en style, aussi s'est-il installé au sommet de la branche postérieure de la fente à trois branches, c'est-à-dire, faute de canal stylaire complet, au fond de la gouttière stylaire formée par le repli de l'unique carpelle se continuant en style et en stigmate (fig. 24).

Quel est le rôle de ce canal ovarien, d'origine stylaire, placé dans le plan de symétrie de la fleur ? Peut-être sert-il simplement à mettre la cavité ovarienne en large communication avec l'air pendant le développement de l'ovule en graine ; peu à peu, en effet, ce canal s'oblitère ; après la fécondation et à la maturité du fruit il est complètement fermé.

La considération de la structure de la base du style nous montre d'une manière évidente l'origine tricarpellaire de l'ovaire. D'autres considérations secondaires militent en faveur de cette assertion : la forme hexagonale de la section du pédoncule ovarien à un certain stade de développement, la forme triangulaire à angles oppositisépales et à côtés bilobés des parois de l'ovaire ; les six lobes persitants au sommet du fruit (fig. 19, *d*). Mais c'est surtout la configuration de l'appareil conducteur de l'ovaire ou du péricarpe qui a conservé encore la symétrie primitive de son origine.

Considérons en effet cet appareil : remarquons le nombre 6 des faisceaux pistillaires. Nous savons qu'ils sont issus par paire de chaque faisceau sépalaire. Il y a donc une paire postérieure et deux paires latéro-antérieures. Chaque paire, en un mot, correspond à un carpelle oppositisépale. Ces six faisceaux qui se sont divisés comme nous l'avons vu précédemment, correspondent à trois carpelles ouverts. Dans la section triangulaire du jeune péricarpe (fig. IV), les sommets des triangles avec leurs faisceaux D_1 D_2 D_3 correspondent donc aux nervures dorsale des carpelles. Les milieux des parois avec leurs faisceaux P_1 P_2 P_3 correspondent aux sutures marginales. Dans l'unique loge ovarienne ne se développe qu'un seul placenta portant un seul ovule placé antérieurement. On comprend donc, que, seul, le faisceau placentaire P_1 formé par la suture de deux faisceaux marginaux se développe complètement. D'autre part, seul aussi se développe le faisceau dorsal ou stylaire D_1 appartenant au carpelle postérieur qui seul se développe en style et en stigmate. Ce faisceau stylaire est placé postérieurement, en arrière du cordon de tissu conducteur des tubes polliniques. Les deux autres faisceaux stylaires avortent. Ces deux faisceaux D_1 et P_1 se différencient les premiers et restent toujours les plus importants. Les autres se développent plus tardivement, après la

fécondation, uniquement pour nourrir le fruit et s'éteignent avant d'arriver à la base du style.

La plupart des auteurs ont admis jusqu'à ce jour, que le pistil des Cassythes, comme, d'ailleurs, celui des autres Lauracées, est formé d'un seul carpelle clos. C'est notamment l'avis de Baillon (1) qui remarque cependant que dans le genre *Cinnamomum* le style est un peu excentrique, comme nous venons de le voir dans les *Cassytha*. Van Tieghem (2) dit aussi que le pistil des Lauracées parmi lesquelles il place les Cassythes est formé d'un seul carpelle clos médian postérieur. Cependant Meissner (3) avait entrevu l'origine pluricarpellaire des Lauracées. La phrase que cet auteur dit à ce sujet, et que Baillon ne cite que pour la contredire, mérite d'être reproduite ici aussi : « *Pistilla 2, 3, in unum intime connata ; ovarium e carpophyllis 2, 3, calvatim connatis formatum..., placentis 2, 3, parietalibus nerviformibus, unica fertili excepta.* Baillon ajoute que les résultats de l'observation organogénique sont contraires à cette théorie.

Nous venons de voir que l'étude anatomique attentive du pistil des Cassythes nous révèle que ce pistil est bien primitivement constitué par trois feuilles carpellaires. De même que les auteurs, généralisant les caractères des Lauracées, ont attribué aux Cassythes un pistil unicarpellaire, nous pourrions, avec quelque chance de certitude, étendre le caractère des Cassythes aux Lauracées en général et conclure à l'origine tricarpellaire de leur gynécée. Mais il est évident que l'étude directe du fait est seule digne de la méthode scientifique.

Structure du pistil. — Le parenchyme ovarien est homogène, formé de cellules plus longues que larges qui augmentent de diamètre de la périphérie au centre. Dans la région moyenne de l'ovaire commencent à se montrer quelques grandes cellules mucilagineuses sous-épidermiques ; elles augmentent en nombre quand on se rapproche du style. L'épiderme qui tapisse la cavité ovarienne est à cellules petites, régulières, aussi hautes que larges, sauf vers le sommet. Vers ce sommet, à mesure qu'on se rapproche du plafond de la loge, les cellules augmentent de

(1) Baillon, *Histoire des Plantes*, t. II, p. 429 et 430.
(2) Van Tieghem, *Botanique*, p. 1593.
(3) Meissner, *Prodr.*, 2.

longueur radialement. Cette assise est le futur endocarpe. L'ovule est suspendu sur le bord de l'orifice interne du canal ovarien ; l'épiderme tapissant le canal du côté antérieur de la fleur est continué par l'épiderme du funicule. L'épiderme externe de l'ovaire est formé de cellules plus grandes, allongées ; vers le sommet de l'ovaire, les cellules deviennent plus courtes, bombées à l'extérieur et cutinisées.

Le style présente quelques grosses cellules mucilagineuses sous-épidermiques surtout localisées sur le côté postérieur. Son épiderme, légèrement papilleux vers le sommet, est recouvert d'une cuticule finement striée en long. Les cellules épidermiques stylaires sont plus longues sur le côté postérieur que sur le côté antérieur.

Le cordon de tissu conducteur se forme au fond du repli épidermique du style unique persistant. Au fond de cette gouttière, dans la région basilaire commune encore aux trois styles, les cellules épidermiques de la pointe du repli se divisent et isolent bientôt un petit îlot de cellules conductrices (fig. 24). Le cordon, une fois isolé, chemine un peu en avant du faisceau dorsal carpellaire, vers le côté postérieur du style. Vers le sommet, le cordon devient central et s'épanouit en une masse glanduleuse stigmatique triangulaire, un peu échancrée en avant, du côté de la gouttière. Les cellules du cordon conducteur et du stigmate ont un protoplasme très dense et une membrane épaisse et gélifiable.

Vers la fécondation, l'ovaire commence à montrer dans sa partie médiane six renflements longitudinaux dessinant des lobes légers. Ils seront plus accentués après la fécondation et correspondent aux six pans de l'induvie réceptaculaire.

CHAPITRE IV

Le fruit et le réceptacle adulte.

De bonne heure l'ovule grossit et, à la fin, la graine remplit complètement le péricarpe. Le fruit devient un achaine dont voici le développement et la structure.

Épicarpe. — Les cellules de l'épiderme externe se cutinisent peu à peu, surtout au sommet du fruit, à la partie basilaire commune aux trois styles, où se forme une rosette de six lobes de plus en plus accentués. En cette région, l'épiderme externe ou épicarpe possède des membranes extérieures et une cuticule très épaisses (fig. 19, *d*).

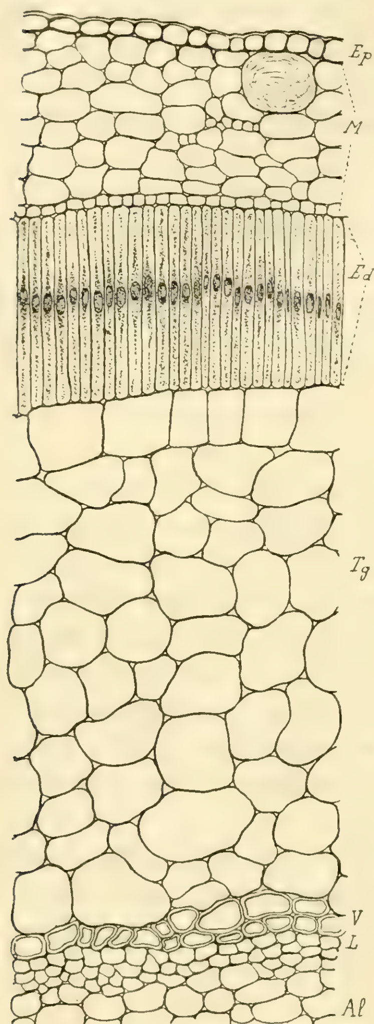


Fig. 25. — Fragment de section transversale à travers l'achaine non encore sec de *Cassytha filiformis* : E*p*, épicarpe ; M, mésocarpe ; E*d*, endocarpe ; T*g*, tégument séminal limité du côté interne par une zone vasculo-libérienne VL ; A*l*, albumen. Gr. 130.

Mésocarpe. — Entre les deux épidermes, le parenchyme qui constitue le mésocarpe est à cellules un peu plus longues que larges, rangées en 6-7 assises dans la région moyenne, et en une douzaine environ vers le sommet. Çà et là, sous l'épiderme, se trouvent quelques cellules et parfois quelques poches à mucilage.

Nous avons étudié plus haut la distribution des faisceaux dans l'ovaire et le fruit, nous n'y reviendrons pas. L'assise la plus interne du mésocarpe, c'est-à-dire l'assise sous-épidermique interne, subit une transformation particulière que nous étudierons avec l'endocarpe (fig. 25).

Endocarpe. — La transformation de l'épiderme interne ovarien qui va devenir l'endocarpe est progressive et commence par la voûte de la cavité. Là, les cellules s'allongent considérablement, perpendiculairement au plan de l'épiderme ; leur noyau, au centre d'un riche

contenu protéique, s'allonge aussi dans le même sens. En même temps qu'elles s'allongent, ces cellules épaississent considérablement leur membrane ; la voûte s'épaississant ainsi, autour du funicule de la future graine, enclave ce funicule de plus en plus fortement.

Pendant qu'au plafond de la cavité de l'ovaire les cellules grandissent ainsi pour former une voûte épaisse, l'autre partie de l'épiderme reste sensiblement sans transformation et se divise simplement perpendiculairement à son plan pour suivre l'extension en diamètre du fruit. Mais peu à peu ces cellules s'allongent à leur tour radialement, ainsi que leur noyau, mais restent toujours beaucoup plus courtes que les cellules de la voûte. L'épiderme interne a à peu près acquis ses dimensions définitives au moment où le petit embryon, dont l'évolution est assez lente, ébauche ses cotylédons. Il se sclérifie peu à peu et cette sclérification est déjà assez avancée, mais non complète, au moment où la digestion de l'albumen commence à être active (fig. 25, 26, 30).

Pendant qu'évolue ainsi l'épiderme interne, l'assise sous-épidermique qu'il recouvre se transforme aussi. Ses cellules deviennent régulières et possèdent un contenu riche avec noyau arrondi. A la voûte de la cavité, au-dessus de la calotte épidermique de cellules allongées, cette assise sous-épidermique s'allonge dans le même sens pour former une seconde calotte superposée à la première, mais à cellules plus courtes. En même temps qu'elles s'allongent perpendiculairement à la surface, elles se cloisonnent dans le même sens. Cette calotte sous-épidermique se sclérifie peu à peu, mais le reste de l'assise sous-épidermique reste à l'état purement cellulosique (fig. 30).

Fruit mûr. — Lorsque l'achaine est mûr et qu'il se détache de la tige, il demeure, comme nous le verrons plus loin, entouré du réceptacle accru en induvie. Sorti de cette enveloppe (fig. 19, *d*) il a une forme ovoïde. Vers le sommet surmonté du style flétri, dans la région où était creusé le canal ovarien, le fruit présente six lobes, deux par carpelles, marqués par des sillons qui convergent vers l'extrémité apicale. On voit que, jusqu'à la fin, le fruit conserve des traces extérieures de son origine tricarpellaire. Dans la région de ces lobes les mem-

branes épidermiques sont très épaisses, formées de couches nombreuses devenant rapidement bleues sous l'action de l'iode après un court séjour dans l'eau de Javel, et recouvertes d'une épaisse cuticule naturellement colorée en jaune. Sur toute la surface du fruit, sauf sur les lobes, on trouve quelques stomates à orientation quelconque.

Quand l'achaine est complètement sec, on enlève avec facilité l'enveloppe noirâtre formée par l'épicarpe et le mésocarpe, et l'on met à nu un véritable noyau formé par l'endocarpe lignifié qui entoure intimement la graine. Cette enveloppe, formée par l'épicarpe et le mésocarpe, ne contient plus dans ses cellules écrasées que des matières noirâtres et des résidus amylacés ; le mucilage a complètement disparu. La dernière assise est formée d'éléments courts tangentiellement allongés ; c'est le sous-épiderme interne rempli d'un résidu protéique contracté et noirâtre (fig. 26).

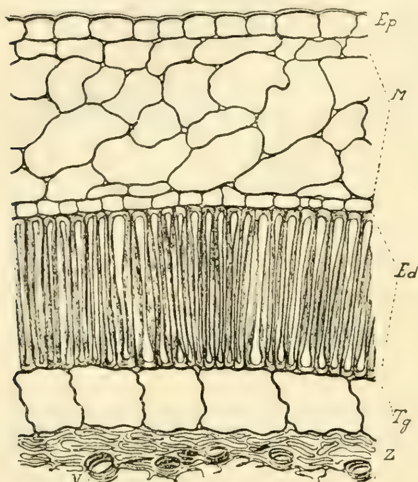


Fig. 26. — Fragment d'une section transversale de l'achaine à l'état sec, après gonflement dans les réactifs (eau de Javel, etc.) : Ep. M. Ed, épicarpe, mésocarpe, endocarpe ; Tg, tégument séminal ; Z, zone membraniforme formée par l'écrasement de toutes les assises sous-épidermiques ; V, vaisseaux béants de la zone vasculolibérienne écrasée. Gr. 124.

C'est sous la forme de noyau (fig. 19, *e*) que se présente la graine dans le sens vulgaire du mot, c'est-à-dire la semence qu'on soumet à la germination. Ce noyau, que l'on met à nu en enlevant l'enveloppe précédente, est formé par l'endocarpe sclérifié, dont les cellules sont considérablement allongées à la voûte, comme nous venons de le voir, recouvert au-dessus de cette voûte de la calotte sous-épidermique sclérifiée qui reste accolée à l'assise épidermique. Cette calotte, légèrement saillante sur l'apex du fruit, est divisée en deux parties par un sillon placé dans le plan de symétrie de la fleur.

Les cloisons des cellules de l'endocarpe sont très épaisses, imprégnées de lignine dans les couches externes, plus fortement lignifiées à la voûte. Le lumen cellulaire est étroit et en fentes rayonnées, vers les extrémités de la cellule ; vers le centre se forme une cavité un peu plus grande, allongée, avec débris de contenu protéique. Cette enveloppe est colorée en jaune ou en brun et donne à la semence, ou à l'achaine tout entier une consistance très dure (fig. 26). A la surface du noyau et antérieurement, on aperçoit une ligne noirâtre qui marque l'emplacement interne du raphé.

Le réceptacle. — Dès que la fécondation est opérée, le réceptacle floral qui, à l'origine, a la forme d'une coupe peu profonde, s'accroît en diamètre et en hauteur, suivant l'extension du fruit qu'il entoure sans cesse. A la maturité, il forme autour de lui une enveloppe complète, persistante, qui, même flétrie, présente encore à son sommet les restes du périanthe et même de l'androcée (fig. 19).

A la base, au niveau où va se dégager le pédicelle du fruit, le réceptacle a une section triangulaire avec angles oppositipétales. La section présente les faisceaux sépalaires et pétalaires, ainsi que les faisceaux inverses carpellaires, que nous connaissons déjà. Le réceptacle s'accroît par une simple division confuse de ses cellules, cependant la couche sous-épidermique externe se cloisonne un peu tangentiellement et radialement. Vers la partie centrale de la section, entre les six faisceaux inverses, se trouvent six îlots mucilagineux très volumineux formés par la confluence de nombreuses et grosses cellules à mucilage (fig. 27, I).

Peu à peu, dans sa région creuse, le réceptacle prend la forme hexagonale (fig. 27, II, III). Chaque arête de l'hexagone correspond aux faisceaux sépalaires et pétalaires, le milieu des faces aux faisceaux inverses. Plus de la moitié de la paroi du réceptacle, du côté interne et en dehors de la ligne des douze faisceaux, est occupée par du parenchyme mucilagineux. Ce parenchyme, formé de grosses poches mucilagineuses, contient, dans le réceptacle sec, mais qui a séjourné au préalable dans l'alcool, d'énormes blocs blancs de mucilage durci, qu'on peut extraire facilement avec des aiguilles. Ce tissu mucilagineux occupe les

deux tiers de l'épaisseur totale du réceptacle. Le reste de la paroi est formé de 6-7 assises de cellules ordinaires; les assises les plus internes sont légèrement écrasées par la pression du tissu mucilagineux (fig. précédentes et fig. 30). Ces cellules

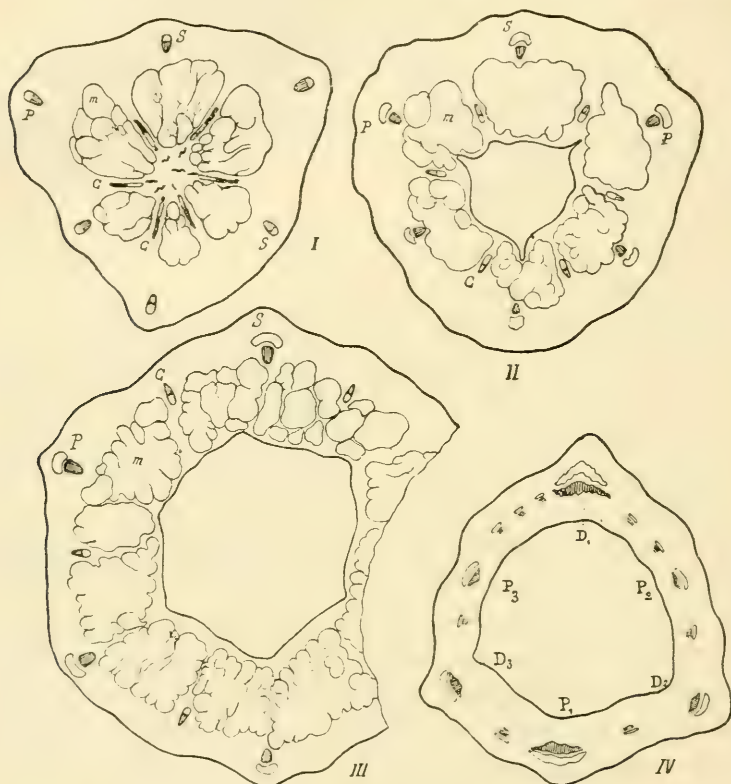


Fig. 27. — I, II, III, sections transversales successives du réceptacle accru en induvie : P, faisceaux pétalaires ; S, faisceaux sépalaires ; C, faisceaux inverses carpellaires ; *m*, cavités à mucilage. — IV. Section transversale dans la région moyenne du jeune fruit; D_1, D_2, D_3, faisceaux dorsaux carpellaires; P_1, P_2, P_3, faisceaux marginaux soudés carpellaires. Tous ces faisceaux s'éteignent après un court trajet, à l'exception des faisceaux D_1 (stylaire), et P_1 (placentaire) destiné à l'ovule unique.

contiennent, à l'état frais, de la chlorophylle et de l'oxalate de calcium en petits cristaux.

Les douze faisceaux, dont nous avons étudié la course, se sont accrus en épaisseur. Les faisceaux sépalaires et pétalaires présentent 2-3 files radiales de 5-6 vaisseaux, et un liber plus volumineux. Les faisceaux inverses sont un peu plus gros que

les précédents. Entre ces douze faisceaux, se trouvent quelques cordons libériens provenant de la division des faisceaux directs.

L'assise sous-épidermique externe possède un grand nombre de cellules contenant, à la maturité, des produits résineux. Parfois, cette assise est entièrement formée de ces cellules que l'on trouve aussi, çà et là, dans l'épiderme lui-même. Ces cellules se retrouvent aussi, mais en moindre abondance, dans les pièces du périanthe et dans le fruit, et contiennent très probablement à l'état frais une huile essentielle qui donne aux fleurs et aux fruits leur odeur caractéristique. Je n'ai pas eu les échantillons nécessaires pour l'étude de ce produit cellulaire. L'épiderme est chlorophyllien et possède une cuticule assez épaisse.

Vers la maturité, l'épiderme interne, avec une ou deux couches sous-épidermiques prennent des membranes épaisses, brillantes, c'est-à-dire une forme collenchymateuse qui donne au réceptacle sa rigidité.

Enfin, le réceptacle persiste à l'état sec autour du fruit détaché qu'il entoure d'une enveloppe papyracée. Les assises cellulaires sont écrasées les unes contre les autres et contiennent quelques résidus brunâtres. Les produits résineux se trouvent dans les deux épidermes et sous-épidermes. Le mucilage a disparu, et les poches qui le contenaient sont fréquemment envahies par des moisissures.

CHAPITRE V

L'ovule et la graine.

Nous avons vu qu'il ne se forme qu'un seul ovule dans la cavité ovarienne, suspendu à la voûte de la cavité, un peu en avant, au-dessous de l'orifice du canal ovarien. Le raphé de cet ovule anatrope est tourné du côté de l'axe floral en dehors du placenta (raphé interne) ; le micropyle, dans l'ovule jeune surtout, est ramené au-dessous du funicule qui est presque horizontal. De bonne heure l'ovule arrive à remplir à peu près complètement la cavité ovarienne.

Ovule. — Le nucelle ne possède qu'un seul tégument formé

de 5-6 assises cellulaires. Il n'est pas rare de trouver dans ce tégument, pendant une grande partie de son développement, une assez grande quantité de cristaux d'oxalate de calcium. Au sommet du nucelle, sous l'épiderme, se différencient de bonne heure un certain nombre de cellules mères de sacs embryonnaires. Ces cellules se découpent transversalement en haut et en

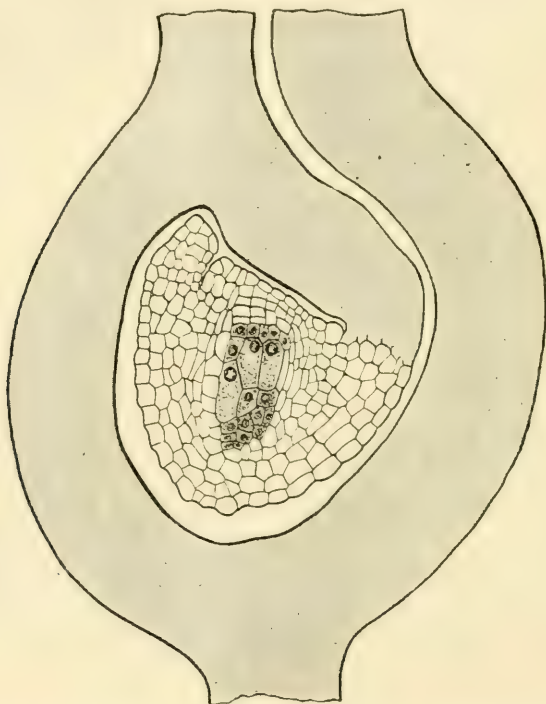


Fig. 28. — Section de l'ovaire et de l'ovule dans leur plan de symétrie; sacs embryonnaires multiples. Gr. 123.

bas un assez grand nombre de fois pour former, supérieurement, une calotte, et en bas une zone de cellules anticlines. Finalement, il existe un certain nombre de cellules mères définitives de sacs embryonnaires, six, sept et parfois davantage. Ce nucelle à multiples sacs embryonnaires est comparable, avec les anticlines en plus cependant, aux nucelles des *Helianthemum*, des Rosacées, par exemple (fig. 28 et 29). Un genre de Lauracées, les *Persea*, possèdent aussi, quoique accidentellement, cette pluralité de sacs embryonnaires ; je ferai

remarquer en passant que le diagramme floral des *Persea* offre beaucoup d'analogie avec celui des Cassythes.

Comme d'habitude, un seul de ces sacs se développe en digérant les autres, ainsi que les anticlines et une partie de la calotte.

Je n'ai pas eu assez de matériaux pour suivre le développement complet du sac embryonnaire et les diverses phases de l'évolution de l'embryon ; aussi, pour le moment, me contenterai-je de donner, au sujet de l'ovule, les simples détails nécessaires à l'intelligence de la graine.

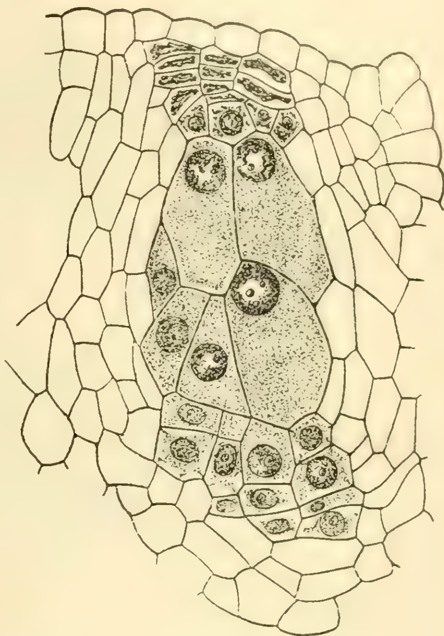


Fig. 29. — Sacs embryonnaires de l'ovule de *Cassytha filiformis*. Gr. 383.

Dans le sac embryonnaire se développe un abondant albumen digérant le nucelle jusqu'au tégument et qui persiste pendant un temps assez long, avant d'être digéré lui-même par l'embryon dont l'évolution est lente. La graine a déjà acquis son volume définitif et ses tissus adultes avant la disparition complète de l'albumen dont la digestion continue pendant quelque temps encore après la chute du fruit.

Tégument séminal. — La figure 30 représente la coupe axile antéro-postérieure d'un achaine jeune dont la graine présente encore un abondant albumen : elle nous servira à étudier la curieuse disposition de l'appareil conducteur de la graine.

La base du funicule est fortement enclavée dans la voûte épaissie de l'endocarpe et l'on remarque encore dans le fruit la trace du canal ovarien. Le faisceau placentaire dont nous avons étudié le parcours dans la paroi de l'ovaire et du fruit, arrivé

au sommet de l'ovaire, s'incurve, longe la paroi du canal ovarien, pénètre dans le funicule et le raphé et vient former à la base du sac embryonnaire une chalaze largement épanouie en un bouquet d'éléments vasculaires et libériens. Ce bouquet se divise en deux massifs dont l'un donne naissance, en avant, à

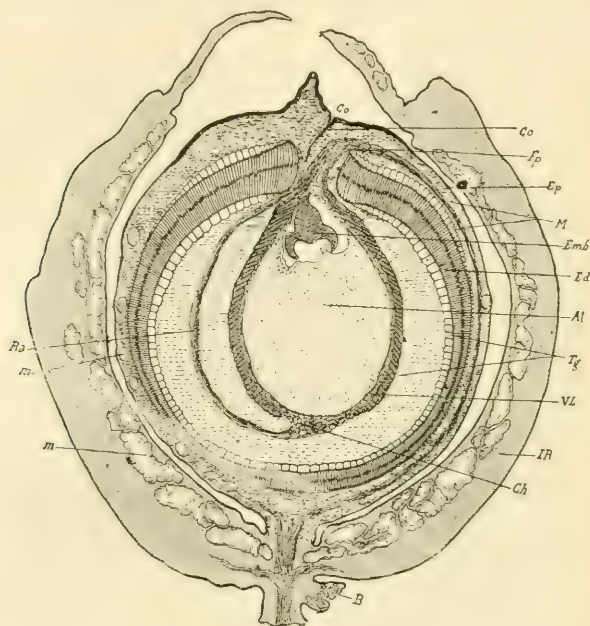


Fig. 30. — Section du réceptacle et de l'achaine jeune dans leur plan antéro-postérieur de symétrie : Co, reste du canal ovarien ; Ep, épicarpe ; M, mésocarpe ; Ed, endocarpe ; Tg, tégument séminal avec sa zone vasculo-libérienne VL entourant l'albumen Al ; Emb, embryon jeune ; Fp, faisceau placentaire ; Ra, raphé ; Ch, chalaze ; IR, induvie réceptaculaire ; m, poches et cellules mucilagineuses ; B, une bractée florale. Gr. 7.

un faisceau cheminant dans le tégument pendant un très court trajet.

Les éléments vasculaires du raphé s'éteignent dans la chalaze, mais les éléments libériens continuent leur course : ils remontent, formant un tissu serré enveloppant complètement l'albumen et plus tard l'embryon, d'une véritable membrane libérienne. Au sommet de la graine, c'est-à-dire dans la région micropylaire, tous ces éléments viennent se réunir en une nouvelle chalaze, qui se réduit en définitive en un cordon libérien qui vient rejoindre le liber du faisceau placentaire à travers le funicule.

Cette enveloppe libérienne est formée de 2-3-4 couches d'éléments orientés dans le sens des méridiens de la graine. Ces éléments sont des tubes criblés, un peu plus courts que ceux de l'appareil végétatif de la plante, mais absolument analogues.

En dehors de cette membrane libérienne s'en forme une autre, mais complètement vasculaire, composée d'une assise unique d'éléments, çà et là de deux assises. Ces éléments sont assez volumineux, plus longs que larges, à épaississements finement réticulés et serrés. Ils sont disposés d'une manière légèrement oblique au plan de leur assise, et inclinés sur l'axe floral de haut en bas. Vers l'extrémité micropylaire ces éléments se réunissent en une nouvelle chalaze qui se réduit à son tour en un cordon vasculaire qui va rejoindre la partie vasculaire du faisceau funiculaire. Du côté opposé, c'est-à-dire du côté du hile — où se trouve la chalaze normale — ces éléments s'arrêtent à une courte distance de la base du sac, formant autour de cette base une bordure circulaire délimitant une calotte libre d'éléments vasculaires. En un mot, l'enveloppe vasculaire n'est pas fermée à la base et ne se rejoint pas avec le raphé (fig. 30 et 31).

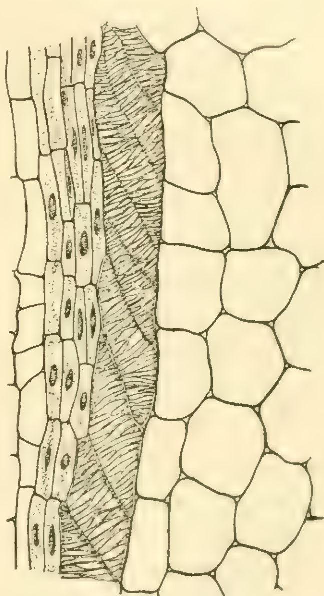


Fig. 31. — Fragment de la zone interne vasculo-libérienne du tegument séminal. Gr. 236.

En résumé, il se forme autour du sac embryonnaire, lorsque l'albumen a pris son développement le plus complet, une membrane libéroligneuse enveloppant complètement la masse plus ou moins sphérique de l'albumen et qui plus tard s'appliquera intimement sur l'embryon. Cette enveloppe libéroligneuse ne communique avec le raphé, du côté du hile, que par son liber, tandis que du côté opposé, micropylaire, elle communique par son bois et son liber avec le faisceau placentaire. Cette enveloppe libéroligneuse à bois externe se forme aux dépens des

trois ou quatre assises internes du tégument séminal. Elle est déjà complètement formée au moment où la voûte de l'endocarpe est déjà sclérifiée et que le reste de cette assise est encore à l'état mou. Les assises tégumentaires qui donneront naissance à cette zone libéroligneuse commencent à se différencier au même moment que celles de l'épiderme ovarien interne qui formera l'endocarpe.

Le tégument est formé d'un parenchyme de 7-8 assises irrégulières, avec méats, au sein duquel on trouve çà et là quelques cellules à mucilage. L'épiderme est formé de grandes cellules isodiamétriques qui, dès le jeune âge de l'ovule, tranchent par leur grande taille sur le reste du tissu. Cette assise périphérique vient s'appliquer intimement contre l'assise sclérifiée de l'endocarpe (fig. 25 et 28).

Lorsque la graine est complètement mûre, que l'albumen a disparu, l'embryon avec ses cotylédons charnus reste enveloppé par le tégument complet, mais il écrase ce tégument contre les parois de l'endocarpe. Le tégument séminal se réduit alors à un test papyracé. A l'extérieur de ce test on trouve l'épiderme du tégument dont les grandes cellules, à cloisons radiales plissées par l'écrasement mais élastiques, reprennent facilement leur turgescence et se redressent au contact de l'eau. Cet épiderme desséché contient des débris protéiques, des noyaux, des grains de chlorophylle. A la limite interne du test se trouve la zone libéroligneuse que nous venons d'étudier. Les éléments vasculaires et les cellules molles du liber, dans leur écrasement, ont formé un mince feutrage. Entre ces deux zones : épiderme et zone libéroligneuse, toutes les autres assises du tégument sont complètement écrasées (fig. 26).

Quand on brise le noyau endocarpique qui est accolé à la graine et que l'on veut mettre à nu cette graine, on entraîne, avec l'endocarpe arraché, tout le test qui adhère à ses cellules allongées, sauf la dernière couche papyracée formée par la zone libéroligneuse. Cette membrane papyracée adhère sur les cotylédons comme une mince pellicule ; on peut, sans effort, dépouiller les cotylédons de cette mince pellicule.

Embryon. — L'embryon est formé d'une tigelle rectiligne très courte, renfermée entre deux cotylédons charnus qui se

développent considérablement au-dessous de leur niveau d'insertion. Il constitue une masse ovoïde renflée, ou presque arrondie. La région hypocotylée est épaisse, renflée comme une massue vers la base et terminée par une surface conique au sommet de laquelle se trouve une petite pointe brunâtre, reste flétri du suspenseur. La région épicotylée se réduit à une très courte gemmule cachée entre les cotylédons (fig. 19, *g*).

Le plan vertical qui passe entre les deux cotylédons, et divise l'axe de l'embryon en deux parties symétriques, ne correspond pas avec le plan antéro-postérieur de symétrie de la fleur et de l'ovule, mais lui est perpendiculaire. Ce plan de symétrie de l'embryon, perpendiculaire au plan de symétrie de l'ovule, est un des caractères des Lauracées. Dans la figure 30, on voit un jeune embryon dont les cotylédons commencent à se développer. L'embryon est suspendu à la voûte du sac embryonnaire par un suspenseur conique, incliné légèrement d'arrière en avant de la fleur et terminé en une pointe fine unicellulaire. Ce suspenseur persiste sous la forme d'un filament flétri jusqu'au premier stade de la germination ; lorsqu'il tombe, il met à nu l'extrémité de la racine terminale dont nous avons étudié la structure dans la première partie de ce mémoire.

Si l'on considère une coupe exactement axile du sommet de l'embryon, à travers la gemmule, on trouve à la partie apicale une cellule épidermique plus grande que les autres, qui est la cellule mère de l'épiderme. L'assise sous-épidermique est formée, au sommet, de grandes cellules allongées qui donnent naissance, en se divisant sur les flancs, à toute l'écorce. Les troisième et quatrième assises terminales donnent naissance au péricycle et au procambium. La cinquième assise produit la moelle.

La structure de l'embryon est assez différenciée. Déjà, dans l'axe, sont organisés les cordons procambiaux qui, après la germination, donneront les quatre faisceaux primordiaux et les faisceaux secondaires.

Comme dans l'hypocotyle bien développé, on compte déjà de 14 à 16 faisceaux, et quand ce nombre 16 qui se présente comme le nombre type normal n'est pas atteint, il n'est pas rare de trouver à divers niveaux les rudiments des

faisceaux manquants qui s'éteignent après un parcours restreint. Au sein de ces faisceaux procambiaux se différencient déjà un ou deux vaisseaux et un tube criblé primitif à paroi épaisse. Au point d'attache des cotylédons se distinguent les cordons procambiaux qui formeront bientôt les faisceaux nourriciers par où les matériaux nutritifs de réserve passeront des cotylédons dans l'axe pendant la germination. L'écorce montre, en coupe longitudinale, une différenciation très sensible : une région externe de deux assises de cellules plus longues que larges, suivie d'une région de cellules à peu près isodiamétriques. Après ces quatre assises vient l'endoderme bien caractérisé par ses éléments courts et assez larges radialement, et régulièrement empilés, surtout du côté des cordons procambiaux. En face de ces faisceaux procambiaux se trouvent déjà les cellules mères des fibres péricycliques encastrées entre ces curieuses cellules endodermiques en marteau étudiées précédemment (fig. 10, *b*). L'axe de l'embryon contient une certaine quantité d'huile grasse.

Les cotylédons sont formés d'un tissu de grandes cellules plus ou moins arrondies, riches en amidon et huile grasse et contenant des grains aleuriques de très petites dimensions. Comme l'a déjà remarqué Bœwig, cet amidon est très lentement attaquable par les réactifs ordinaires, comme l'eau de Javel. L'opinion de Chatin (*loc. cit.*, p. 27), d'après laquelle les cotylédons des *Cassytha* ne contiennent pas d'amidon, est donc complètement erronée. Le parenchyme cotylédonaire est parsemé de grands méats ou mieux d'espaces intercellulaires. Ces cavités sont des réservoirs à mucilage. Par l'acétate de plomb, et mieux encore par l'alcool absolu, on peut coaguler, après un certain temps, la masse mucilagineuse, au sein de ces méats, en blocs réfringents striés concentriquement. Avec l'eau, l'on obtient la liquéfaction immédiate de ces blocs. Dans des matériaux longuement traités à l'alcool, les blocs intercellulaires de mucilage peuvent se détacher avec des aiguilles ou par pression. En outre de ce mucilage préformé dans ces méats, existe dans toutes les cellules cotylédonaires une substance mucilagineuse plus abondante encore qui provient de la gélification de toutes les membranes au contact de l'eau. Un frag-

ment de cotylédon placé dans l'eau donne immédiatement naissance à une abondante quantité de mucilage. En plaçant une coupe dans une goutte d'eau sucrée, le gonflement des membranes et leur transformation en mucilage se font lentement et peuvent être suivis au microscope ; procédé bien connu pour l'étude des mucilages. Ce mucilage se colore fortement par les colorants basiques comme l'hématoxyline alcaline, le bleu de méthylène, le brun Bismarck, la safranine, etc.

On provoque avec facilité l'hydrolyse de ce mucilage par une courte ébullition avec l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique. Après cette opération, le liquide réduit fortement la liqueur de Fehling.

Les réserves nutritives des cotylédons sont donc à la fois amylacées, oléagineuses, et mucilagineuses. La présence de ce mucilage constitue peut-être un fait particulier aux cotylédons des Cassythes ; si, en effet, la présence de mucilage a été constatée dans certains albumens, elle est, je crois, très rare, et peut-être inconnue dans les cotylédons des autres plantes.

RÉSUMÉ

Développement et structure d'un jeune *Cassytha*.

Au bout de deux, trois et même quatre mois, un jeune plant de *Cassytha*, issu de graine, consiste en une tige filiforme d'une longueur de quelques centimètres seulement, terminée par une région hypocotylée assez longue, comparativement à la faible dimension que possède encore la tige à ce moment. A partir des cicatrices cotylédonaires, l'hypocotyle se renfle progressivement en massue pour se terminer par une surface arrondie au centre de laquelle se trouve une racine terminale très courte et très mince. Autour de cette racine terminale et à la base de l'hypocotyle se sont développées quatre racines latérales, insérées sur une spire très surbaissée, par paires situées dans deux plans verticaux qui ne se coupent pas tout à fait à angle droit. L'ordre d'apparition de ces racines est basifuge, elles atteignent au maximum une longueur de 2 centimètres. Ces cinq racines sont garnies, de la base au sommet, de poils absorbants.

Souvent, au lieu de quatre racines latérales simples, la base de l'hypocotyle donne naissance, aux mêmes points, à quatre faisceaux de racines concrescentes. Il peut y avoir ainsi alors, terminant l'hypocotyle, une douzaine de racines.

La tige porte à chaque nœud une petite écaille qui représente une feuille rudimentaire ; elle est colorée en un beau vert dont l'intensité s'atténue dans l'hypocotyle pour passer peu à peu au blanc dans la région enfoncée dans le sol.

Seule, la racine terminale est une racine normale, mais de structure très réduite. Elle ne possède ni coiffe, ni épiderme proprement dit ; le cylindre central et l'écorce se terminent librement, au sommet de l'organe, par leurs initiales rangées en une plage cellulaire superficielle. Le cercle des cellules périphériques de cette plage engendre l'écorce dont l'assise la plus externe, détachée très près du sommet, devient l'assise pilifère. Vers la base de cette très courte racine, c'est-à-dire

dans sa région la plus large, l'on trouve, au sein d'un conjonctif homogène, quatre petits faisceaux qui sont les continuateurs des quatre faisceaux principaux de l'hypocotyle. Cet appareil conducteur se réduit, de la base au sommet de la racine, par le rapprochement et la fusion de ces quatre faisceaux qui se terminent, au sommet, par un mince tronc vasculaire commun.

Les quatre racines latérales, ou les quatre troncs latéraux communs à plusieurs racines concrescentes, sont exogènes, appartiennent à l'hypocotyle, et naissent, à la manière d'un bourgeon, du cloisonnement d'une cellule épidermique et de quelques cellules corticales. A l'extrémité d'une racine latérale se trouvent quatre assises de cellules initiales : l'extérieure donne naissance à un épiderme simple qui se continue par l'épiderme de l'hypocotyle ; les deux assises au-dessous donnent l'écorce, la plus interne donne le cylindre central. Dans chaque assise n'existe peut-être qu'une seule cellule mère terminale.

Dans sa région moyenne, une racine latérale présente une écorce de 5-6 assises, et un cylindre central formé de cellules plus petites que celles de l'écorce, au sein duquel circulent, sans ordre et sans corrélation entre eux, de fins cordons vasculaires et libériens dont les plus étroits sont formés d'une simple file de vaisseaux ou de tubes criblés. En approchant de la pointe, cet appareil conducteur se réduit progressivement ; les cordons se rejoignent, se soudent, diminuant ainsi de nombre en même temps que diminue le nombre de leurs éléments.

Dans l'hypocotyle, au sein d'un conjonctif homogène, l'on remarque un appareil conducteur formé d'un cercle de 14, 15, 16 faisceaux, les uns libéroligneux, les autres simplement libériens. Parmi ces faisceaux, 4 libéroligneux se font remarquer par leur importance et par leur position qui donne à la structure générale de cette région une symétrie bilatérale dont le plan passe entre les deux cotylédons. Ces quatre faisceaux principaux existent seuls, à l'origine, à la base de l'hypocotyle ; dès cette partie inférieure ils se ramifient pour former les faisceaux de second ordre au milieu desquels ils tranchent toujours.

Ce nombre 4 des faisceaux primordiaux de l'hypocotyle

régit l'harmonie du système des racines latérales. Chaque racine exogène latérale prend naissance entre deux faisceaux libéro-ligneux primordiaux et emprunte la moitié de chacun des deux faisceaux entre lesquels elle est placée, ainsi que tous les faisceaux de second ordre placés entre les deux primordiaux.

Au-dessous du niveau des racines latérales, les quatre faisceaux primordiaux, après s'être bifurqués pour entrer dans les racines latérales, sont continués par les quatre minces faisceaux qui se perdent dans la racine terminale.

Cet ensemble particulier de racines forme un appareil de nutrition très réduit évidemment si on le compare à l'appareil radical des plantes ordinaires, mais qui permet aux *Cassytha* de vivre pendant un temps assez long à l'état de vie libre, c'est-à-dire non parasitaire. La nutrition, assurée par les racines, est encore renforcée par les réserves accumulées dans la partie renflée de l'hypocotyle lors de la germination, qui nourrissent les parties supérieures de la jeune plante.

Tant que la jeune plante filiforme, dont la tige d'ailleurs est abondamment pourvue de chlorophylle, peut se nourrir ainsi elle-même, elle ne se presse pas de s'installer en parasite. Elle s'enroule sur les plantes voisines, s'y cramponnant çà et là par de rares suçoirs, organisés plutôt pour le soutien que pour la nutrition du végétal. J'ai pu conserver pendant huit mois des plants de *Cassytha* se suffisant ainsi parfaitement à eux-mêmes.

Pendant cette première période de vie libre de la plante, la croissance est lente. Au bout de quelques mois une tige filiforme peut n'atteindre qu'une longueur de 30 ou 40 centimètres. Lorque la plante s'est enfin fixée, au moyen de suçoirs bien développés, sur une plante hospitalière, sa partie inférieure déjà presque épuisée se flétrit complètement et disparaît. La croissance de la plante parasite est désormais rapide, elle envahit du lacis serré de sa végétation toutes les plantes environnantes qui lui agréent.

Ces plantes à végétation cuscutoïde sont donc fort bien outillées pour la vie libre si on les compare aux Cuscutes. L'hypocotyle des Cuscutes ne porte qu'une racine terminale très courte dont la vie est éphémère ; leur tige, au premier âge, est

généralement privée de chlorophylle. Chez les Cuscutes qui croissent sous les mêmes cieux que les Cassythes, la phase de vie libre ne peut durer que quelques jours.

DÉTAILS PRINCIPAUX DE L'ANATOMIE GÉNÉRALE

Endoderme. — L'endoderme se fait remarquer par une particularité très remarquable. Dans les files longitudinales de cellules endodermiques se trouvent, de loin en loin, des cellules isolées plus grosses que les autres, proéminant du côté intérieur de la tige, par une pointe mousse en forme de coin à quatre faces le plus souvent. Ces cellules en forme de marteau ne forment jamais ni amidon ni chlorophylle comme les autres cellules de l'endoderme; elles conservent toujours un gros noyau et un riche contenu protoplasmique creusé de deux grosses vacuoles. Le contenu protéique se comporte, vis-à-vis des réactifs colorants, d'une façon très différente de celle des autres cellules de la plante. La membrane de ces cellules est lisse et non ponctuée comme celle des autres cellules endodermiques et, de plus, se colore avec plus d'intensité, sous l'action des colorants appropriés, notamment du brun Bismarck après l'action de l'eau de Javel.

Entre deux cellules en marteau consécutives se trouvent encastrées, appuyant leurs sommets sur les faces en coin de ces cellules, de longues cellules à noyau fusiforme. Ces cellules encastrées sont les initiales des faisceaux fibreux péricycliques.

A l'état jeune de la tige, sous le bourgeon, ces cellules particulières sont très rapprochées entre elles. Elles se cloisonnent transversalement pour donner des cellules endodermiques ordinaires, et ainsi s'accroît la distance qui sépare deux cellules en marteau consécutives dans les files de l'endoderme. Les cellules encastrées péricycliques suivent l'accroissement longitudinal des files endodermiques contre lesquelles elles sont adossées. Parmi les propriétés encore inconnues de ces cellules, s'il y en a plusieurs, on peut donc discerner un rôle de cellules mères destinées à l'accroissement longitudinal de la ceinture endodermique.

Ce système cellulaire remarquablement développé dans la tige

parasite s'observe déjà dans la jeune tige, dans l'hypocotyle et même dans l'embryon.

Liber. — Le véritable rôle des tubes criblés n'est pas encore défini. L'on pense encore communément que l'appareil libérien est en relation étroite avec le phénomène de l'assimilation chlorophyllienne et sa présence dans la plante est encore liée à l'idée fausse de la circulation de la sève descendante. J'ai montré déjà combien cet appareil est remarquablement développé chez les Cuscutes, où cependant l'assimilation est nulle ou très réduite.

L'étude du liber des Cassythes, comme celle du liber des Cuscutes, offrait donc beaucoup d'intérêt, malgré la présence chez les Cassythes d'une grande quantité de chlorophylle.

Le liber est formé par des tubes criblés épars au sein d'un parenchyme libérien. Les cellules du parenchyme libérien sont allongées et possèdent un noyau cylindrique au sein d'un riche protoplasme creusé de deux vacuoles de chaque côté du noyau. Les tubes criblés, munis de cellules compagnes à épais protoplasme et noyau allongé, portent des cribles transversaux horizontaux ou légèrement obliques, toujours simples et à pores très petits. Les parois longitudinales sont ornées d'un grand nombre de plages finement criblées, très rapprochées. La structure des tubes criblés présente une grande uniformité, elle est la même dans toutes les régions de la plante, embryon, hypocotyle, tige jeune ou parasite, pièces florales, ovule, et zone particulière libéro-vasculaire entourant l'embryon.

Les tubes criblés des Cassythes n'offrent donc pas cette grande diversité de structure que l'on trouve dans une seule et même espèce quelconque de Cuscute ; comme dans les Cuscutes, l'appareil libérien est largement développé, mais moins que dans les Cuscutes si l'on compare son importance à l'importance de l'appareil ligneux.

Contrairement à l'opinion de deux auteurs récents, le liber interne ou périmédullaire n'existe pas dans les Cassythes.

Des faisceaux uniquement libériens sont intercalés en nombre variable, mais irrégulièrement, avec les faisceaux complets libéroligneux. La présence de ces faisceaux incomplets doit probablement, comme chez les Cuscutes, être attribuée à un avor-

tement de la partie vasculaire d'un grand nombre de faisceaux foliaires, réduction amenée par le parasitisme.

Appareil mucilagineux. — Les Cassythes possèdent un appareil mucilagineux très développé.

Dans l'écorce, il est formé de cellules sous-épidermiques plus grosses que les autres, isolées ou disposées en files plus ou moins longues. Les cellules en files se fusionnent çà et là par suite de la résorption des parois transversales et arrivent à former des réservoirs ou des canaux plus ou moins vastes. Les écailles caulinaires possèdent aussi de grosses cellules sous-épidermiques à mucilage.

Le liber présente un appareil mucilagineux particulièrement remarquable. Au sein du jeune faisceau libérien se trouve une grosse cellule ou un massif de 2, 3, 5 grosses cellules. Elles sont larges et aplaties et empilées les unes sur les autres, formant de longs et larges cordons cellulaires. Elles sont pourvues, en leur centre, d'un noyau volumineux, sphérique, devenant cubique dans les cellules les plus basses par suite de la pression subie entre les deux faces transversales. Le protoplasme est épais, granuleux, creusé de deux grandes vacuoles à droite et à gauche du noyau ; la membrane cellulaire est lisse.

Ces cellules grandissent, écrasant les tissus environnants, en même temps que leurs parois s'épaississent considérablement jusqu'au centre en se transformant en mucilage. On peut faire coaguler ce mucilage en blocs striés concentriquement. Les strates périphériques des parois cellulaires, formant les régions mitoyennes des cellules, se gélifient en dernier lieu ; lorsque la gélification est complète, ces cordons de grosses cellules font place à de longs canaux mucilagineux. Le mucilage remplit longtemps la cavité du canal ; lorsqu'il a disparu, il ne reste plus qu'une longue lacune vide, très grande, placée en avant du liber et bordée antérieurement par un arc de fibres péricycliques. Les cellules libériennes qui bordent cette lacune s'accroissent parfois, dans la cavité, en doigt de gant ou en boule ; souvent, des tubes criblés ou des files de tubes criblés, suspendus par un bout, y flottent librement.

Ces lacunes mucilagineuses libériennes existent dans l'hypo-

cotyle et la tige à vie libre, mais c'est surtout dans la tige parasite qu'elles atteignent leur plus beau développement.

Dans la fleur, l'appareil mucilagineux est très développé ; il appartient au parenchyme du limbe des diverses feuilles florales. Il est formé de grosses cellules, parfois isolées, mais le plus souvent accolées les unes aux autres sur de grands espaces, dont les cloisons mitoyennes finissent par se rompre et se résorber. Toutes ces cellules, confluant entre elles, arrivent à former des poches, des réservoirs à mucilage, de grande étendue.

Les bractées florales, les sépales, sont entièrement formés, dans toute leur épaisseur, par du tissu mucilagineux. Dans les pétales, l'appareil mucilagineux, d'abord sous-épidermique, s'accroît de manière à occuper, vers le sommet, toute l'épaisseur du limbe. Les filets des étamines, les staminodes, les appendices staminaux, le prolongement du connectif au-dessus des anthères sont autant de masses spongieuses à mucilage.

L'ovaire jeune contient quelques cellules à mucilage, on en trouve aussi dans le style jusque sous le stigmate. On en trouve aussi dans le fruit, mais c'est le réceptacle qui en contient la plus grande quantité. Lorsque le réceptacle s'est développé en une induvie entourant l'achaine, les trois quarts de la masse totale de son parenchyme emmagasinent une quantité énorme de mucilage. Après avoir durci par l'alcool ce mucilage, on peut le détacher en gros blocs, avec des aiguilles, sous la loupe et même à l'œil nu.

On trouve enfin des cellules mucilagineuses isolées, dans le tégument séminal, et de nombreux et gros méats ou espaces intercellulaires, remplis de mucilage, dans les cotylédons. En outre de ce mucilage préformé, les cotylédons produisent au contact de l'eau et aux dépens de toutes les membranes cellulaires une grande quantité de mucilage.

Les Lauracées en général possèdent du mucilage, mais les Cassythes semblent être les plantes de cette famille où cette matière est répandue le plus abondamment. Ce mucilage, entre autres propriétés, joue évidemment le rôle de pourvoyeur d'eau dans les tissus où il est emmagasiné.

Pistil. — Le pistil des Cassythes, comme celui de toutes les Lauracées, a été considéré jusqu'ici comme formé par un seul

carpelle. Un certain nombre de caractères tirés, notamment, de l'étude de la course des faisceaux et de l'architecture de l'ovaire, montrent que le pistil a une origine tricarpellaire. Trois carpelles constituent le pistil, mais un seul de ces carpelles est muni d'un style et d'un stigmate. Il résulte de l'avortement des deux autres styles, un canal stylaire incomplet, qui, au lieu de se poursuivre jusqu'au-dessous du stigmate, s'ouvre antérieurement à la base du style unique persistant, faisant communiquer la loge ovarienne avec l'extérieur.

L'ovule possède plusieurs sacs embryonnaires, dont un seul, ainsi qu'il arrive en pareil cas, vient à terme. La graine n'a qu'un seul tégument; la région interne de ce tégument forme une curieuse zone libéro-vasculaire, à bois orienté en dehors, appliquée contre l'albumen et plus tard contre les cotylédons.

NOUVEAU GROUPE

DU GENRE

EUPHORBIA

HABITANT MADAGASCAR

Par MM. J. COSTANTIN et I. GALLAUD.

M. Geay, dans un voyage effectué en 1904 dans le sud-ouest de Madagascar, a récolté un certain nombre d'Euphorbes qu'il a bien voulu nous confier. Nous en avons fait l'étude et publié quelques indications à leur sujet dans une courte note (1) parue dans le *Bulletin du Muséum*. Nous nous proposons de donner ici d'une façon plus complète les résultats de nos recherches, que nous avons été amenés à étendre à un grand nombre de représentants du genre *Euphorbia*.

Nous avons tout d'abord repris l'étude des espèces déjà décrites par M. Drake del Castillo (2) et provenant des voyages de MM. Alluaud, Decorse et Guillaume Grandidier dans cette même région sud et sud-ouest de Madagascar. Mme Drake del Castillo a bien voulu mettre à notre disposition tous les matériaux réunis par son mari; nous lui en présentons ici nos vifs remercîments.

(1) Costantin et Gallaud, *Note sur quelques Euphorbes nouvelles ou peu connues de la région sud-ouest de Madagascar, rapportées par M. Geay* (Bull. du Mus. d'hist. nat., XI, 1905).

(2) Drake del Castillo, *Note sur quelques plantes de la région sud et sud-ouest de Madagascar* (Bull. du Mus. d'hist. nat., V, 1899, p. 305). — *Note sur l'Intisy de Madagascar* (Bull. du Mus. d'hist. nat., VI, 1900, p. 257). — *Note sur quelques plantes recueillies par M. Guillaume Grandidier dans le sud de Madagascar en 1898 et 1901* (Bull. du Mus. d'hist. nat., IX, 1903, p. 35).

Aucun des échantillons qui ont servi de types pour les diagnoses de M. Drake n'avait d'étiquette de détermination. Il nous a fallu recommencer l'identification de toutes les espèces qu'il avait dénommées. Nous y sommes parvenus en nous aidant de ses descriptions et aussi des caractères anatomiques des échantillons qui étaient parfois en plusieurs exemplaires séparés mais toujours de petite taille.

Ce dernier travail anatomique nous a montré nombre de particularités intéressantes dans les Euphorbes de M. Drake et dans celles de M. Geay. Aussi avons-nous été amenés à étendre nos investigations au genre *Euphorbia* tout entier. Nous avons étudié, pour chacune des nombreuses sections que Boissier a isolées dans ce genre, les principales espèces que nous avons trouvées dans l'herbier, dans les serres ou dans les jardins du Muséum. Nous n'avons laissé de côté que deux ou trois sections de minime importance et pour lesquelles nous n'avons pu nous procurer d'échantillons.

Ce long travail a été pour nous plein d'enseignements. Pour le moment, nous en retiendrons seulement ce fait que nous n'avons retrouvé, dans aucun des nombreux types examinés par nous, les caractères qui nous avaient frappés dans les Euphorbes du sud-ouest de Madagascar. Ces Euphorbes malgaches présentent entre elles les plus grandes ressemblances dans le port, la morphologie externe et l'anatomie. De plus, les caractères qui les rapprochent leur sont spéciaux et ne se trouvent pas ailleurs dans ce genre pourtant si développé qui comprend plus de 900 espèces. Si nous ajoutons que toutes ces plantes vivent ensemble dans une aire géographique restreinte, sous un climat tout à fait spécial, nous comprendrons l'intérêt qu'il peut y avoir à faire connaître ces plantes qui constituent un petit groupe biologique tout à fait remarquable.

Jusqu'à maintenant on a peu étudié ces Euphorbes malgaches, ce qui s'explique par le fait que les échantillons en sont rares et proviennent d'une région peu accessible jusqu'à ces dernières années. A notre connaissance, il n'existe au sujet de ces Euphorbes que les descriptions de M. Drake (1), de

(1) *Loc. cit.*

courtes notes de M. Fron (1) et de MM. Dubard et Viguier (2) sur l'*Intisy*, la mieux connue des Euphorbiacées de cette région, à cause de l'importance commerciale du caoutchouc qu'on en retire. M. Gaucher (3), qui a fait des recherches anatomiques étendues sur le genre *Euphorbia*, n'a étudié aucune de ces plantes, ni même aucune Euphorbe du groupe *Tirucalli* dans lequel on les range d'ordinaire.

CHAPITRE PREMIER

Étude anatomique des Euphorbes du groupe de l'*Intisy*.

Les Euphorbes dont nous allons nous occuper sont les suivantes : *Euphorbia Intisy* Drake, *E. Laro* Drake, *E. Geayi* Cost. et Gall., *E. Tirucalli* Lin., *E. ripsaloides* Ch. Lemaire (4), *E. alcicornis* Backer, *E. pendula* Boissier, *E. oncoclada* Drake, *E. Alluaudi* Drake, *E. leucodendron* Drake, *E. Decorsei* Drake, *E. enterophora* Drake, *E. stenoclada* Drake, *E. cirsioides* Cost. et Gall.

Sauf l'*E. pendula*, dont l'origine est inconnue et même l'existence douteuse, et l'*E. Tirucalli*, dont la présence à Madagascar a été contestée, toutes ces Euphorbes se trouvent localisées dans la région sud et sud-ouest de Madagascar. A l'exception de l'*E. pendula* et de l'*E. alcicornis* dont on a fait des *Arthrothamnus*, celles qui ont été étudiées au point de vue uniquement externe ont été rangées par les botanistes descripteurs dans la section *Tirucalli* (Boissier). Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser de ces attributions. Pour le moment nous remarquons qu'elles sont assez justifiées par l'aspect extérieur de ces plantes. Toutes sont charnues, au moins sur les rameaux terminaux ; les tiges jeunes sont vertes, plus ou moins articulées, les

(1) Fron, *Note sur l'Euphorbia Intisy* (Journ. de Bot., XIV, juin 1900).

(2) Dubard et Viguier, *Sur l'anatomie des tubercules d'Euphorbia Intisy* (C. R. Acad. des Sc., 25 juillet 1904). — *Le système radiculaire de l'Euphorbia Intisy* (Rev. gén. de Bot., XVII, 1905).

(3) Gaucher, *Étude anatomique du genre Euphorbia* L., Paris, 1898.

(4) Cette Euphorbe, souvent conservée dans les serres et dans les herbiers sous ce nom, n'est autre chose que l'*E. Tirucalli* (Voy. Boissier, *Prodrome*).

feuilles sont ou bien totalement absentes ou bien très réduites et tombant de bonne heure.

1° *Euphorbia Intisy* Drake.

L'*E. Intisy* est un arbre atteignant de 4 à 5 mètres de haut. Son tronc à écorce crevassée à la surface est fortement lignifié et ce caractère s'étend jusqu'aux branches de faible dimension. Il faut s'adresser aux dernières ramifications, à celles qui ont en général au moins 4 millimètres de diamètre pour trouver la carnosité caractéristique des Euphorbes de ce groupe.

Les dernières branches se ramifient abondamment en baguettes enchevêtrées partant fréquemment à peu près du même point, de sorte que la couronne de l'arbre est très touffue ; les derniers articles sont charnus, lisses, d'un vert clair. A la loupe on reconnaît la présence des stomates à de petites taches blanches disséminées sur toute la surface. Sur les rameaux plus âgés, mais ayant encore conservé leur épiderme, ces stomates sont groupés en lignes blanchâtres, courtes, sans orientation déterminée. Les feuilles apparaissent sur les derniers rameaux sous forme de mamelons pointus dont la pointe est rabattue du côté de la tige. Une fois développées, elles sont spathulées, rétréeies à la base, sans pétiole et atteignent 3 centimètres de long sur 2 millimètres de large. Dans nos serres relativement humides, elles persistent assez longtemps mais tombent de bonne heure dans la nature, surtout sur les rameaux fertiles qui donneront des fleurs à leur extrémité.

C'est surtout dans les jeunes rameaux, encore peu lignifiés et peu modifiés par les formations secondaires, que l'anatomie de la tige est bien caractéristique. Une coupe transversale de ces rameaux (Pl. 8, fig. 1) montre la grande prédominance de l'écorce molle et charnue sur les tissus du bois et de la moelle. L'écorce est limitée par un épiderme simple à cellules sensiblement isodiamétriques (Pl. 8, fig. 2). Ces cellules un peu bombées vers l'extérieur sont assez régulièrement accolées et pourvues d'une cuticule relativement mince, renforcée souvent d'une couche cireuse. Elles se dédoublent fréquemment par formation d'une cloison de direction radiale. Les stomates sont nombreux ; au voisinage de chacun d'eux l'épiderme s'incurve

légèrement en dedans et forme une petite dépression circulaire (Pl. 8, fig. 2) au fond de laquelle est le stomate formé de deux cellules un peu plus petites que les cellules épidermiques. Les deux cellules stomatiques sont elles-mêmes comme enchâssées dans deux cellules d'épiderme qui sont ainsi des cellules annexes.

L'ouverture du stomate, dont la fente est parallèle à l'axe de la tige, conduit à une chambre sous-stomatique, relativement petite dans l'*Intisy* et creusée dans le tissu parenchymateux de l'écorce qui prend souvent au voisinage immédiat du stomate l'aspect trabéculaire.

Sous l'épiderme est une seule assise de cellules hypodermiques allongées en direction tangentielle, interrompue aux stomates. Puis commence l'écorce proprement dite, formée d'un grand nombre d'assises cellulaires. La partie externe est un tissu palissadique de cellules à chlorophylle, allongées radialement, sans méats. La partie profonde est constituée par des cellules plus arrondies, laissant entre elles quelques méats et renfermant surtout de l'amidon. La délimitation précise entre l'écorce et le cylindre central est difficile à déterminer, car il n'y a pas d'endoderme différencié.

L'écorce est parcourue dans toute son épaisseur par des laticifères du même type que celui déjà décrit pour les autres Euphorbes. On les rencontre à partir de l'hypoderme, mais dans la région profonde de l'écorce ils sont plus abondants et plus larges (Pl. 8, fig. 1). Ce sont des tubes rameux, non cloisonnés, de direction générale parallèle à l'axe de la tige. Leurs membranes sont épaissies régulièrement et également sur tout leur pourtour (Pl. 8, fig. 3).

Outre les laticifères, on rencontre dans l'écorce des fibres d'une nature très spéciale et bien caractéristiques de tout le groupe que nous étudions.

Isolées et peu nombreuses dans toute la portion externe de l'écorce, elles augmentent en nombre à mesure qu'on se rapproche du cylindre central. Dans la zone corticale à cellules rondes on les trouve soit isolées, soit accolées plusieurs ensemble (Pl. 8, fig. 1 et 3). Elles finissent par former des paquets de fibres contiguës et, par suite de leur situation en profondeur

et de leur position en face de faisceaux primaires, nous sommes autorisés à les regarder comme d'origine péricyclique. Ces fibres corticales ou péricycliques ont toutes la même structure que nous retrouverons dans tout le groupe : ce sont des fibres simples ou rameuses, rondes en section transversale, et jamais affaissées ni comprimées comme c'est le cas général des Euphorbes qui ne font pas partie de ce groupe. On y remarque une première enveloppe cellulosique, mince, dans l'intérieur de laquelle des épaississements concentriques très nombreux ont fini par obstruer presque complètement la lumière (Pl. 8, fig. 3). Dans les fibres très jeunes, on observe parfois seulement une ou deux couches d'épaississement et une lumière encore large; mais ce stade est vite passé, car elles se transforment très rapidement en fibres pleines. Malgré cette évolution avancée, les fibres restent presque entièrement formées de cellulose très réfringente. La lignine y est très peu abondante et elles ne prennent que très faiblement les colorants de cette substance.

Les fibres se forment de très bonne heure dans l'*Intisy*. On les rencontre en grand nombre déjà sur une coupe d'une jeune plantule venue de graine et ayant seulement 1 millimètre d'épaisseur, alors que les laticifères sont au contraire encore très rares et peu différenciés.

Le cylindre central se caractérise dans l'*Intisy* par la présence très précoce des formations secondaires. Elles apparaissent dans la tige dès qu'elle atteint 1 millimètre d'épaisseur, à un moment où le bois ne présente dans les faisceaux primaires qu'un nombre très restreint des vaisseaux (1). Il se fait très rapidement un anneau continu de liber peu abondant et de bois bien développé (Pl. 8, fig. 1, *b*).

Dans la suite le liber prend peu d'accroissement, mais le bois, où domine le sclérenchyme en petites cellules serrées, forme des couches successives d'épaississement qui augmentent le diamètre de la tige. L'écorce persiste longtemps sans changer

(1) MM. Dubard et Viguier (*loc. cit.*) ont montré que dans les racines, au contraire, et en particulier dans les racines tuberculeuses, le parenchyme ligneux prend un grand développement et ce n'est qu'assez tard que les formations secondaires s'établissent.

d'épaisseur. Il se fait dans sa masse des cloisonnements locaux de direction radiale qui assurent son extension circulaire. Ce n'est que sur les tiges déjà très grosses qu'une assise périphérique péridesmique exfolie l'épiderme et donne du liège superficiel.

La moelle, proportionnellement très abondante dans les tiges jeunes et charnues, se réduit de plus en plus sans devenir tout à fait nulle dans les tiges âgées. Elle est formée de grandes cellules parenchymateuses laissant entre elles des méats où courent des laticifères. Les fibres y sont toujours absentes ; nous verrons au contraire que la moelle de beaucoup d'Euphorbes de ce même groupe en renferment.

2° *Euphorbia Laro* Drake, *Euph. Geayi* Cost. et Gall., *Euph. Tirucalli* Linn., *Euph. ripsaloides* Ch. Lemaire.

Nous avons quelque peu insisté sur les caractères anatomiques de la tige de l'*E. Intisy*, à cause de l'importance économique de cette plante qu'il est utile de savoir bien distinguer des voisines, et aussi pour préciser la nature des caractères particuliers du groupe d'Euphorbes dont nous faisons l'étude. Cette description du type nous permettra d'être plus bref dans la la description des espèces suivantes pour lesquelles nous nous contenterons de signaler les particularités les plus intéressantes et celles qui permettent de les reconnaître plus sûrement.

Les *E. laro* (Pl. 6, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6), *Geayi* (Pl. 6, fig. 7), et *Tirucalli* (Pl. 6, fig. 8) ressemblent beaucoup à l'*E. Intisy*. Ce sont des plantes à tiges charnues, rondes, vertes, sans feuilles ou à feuilles de bonne heure caduques. Toutefois on peut aisément les distinguer de l'*Intisy*. En premier lieu elles ne prennent l'apparence ligneuse que très tard. Des tiges de 1 centimètre et demi de diamètre sont entièrement molles et présentent en section un anneau de bois très mince (Pl. 8, fig. 4). Dans une plantule d'*E. Laro* (Pl. 6, fig. 6), venue de graine dans les serres du Muséum, nous n'avons pu constater aucun début de formations secondaires, bien que la tige ait atteint 20 centimètres de longueur et un diamètre de 5 millimètres. Des tiges d'*Intisy* de même diamètre ont déjà un bois secondaire très épais.

Un second caractère distinctif pour ces Euphorbes est la localisation des stomates dans des cannelures longitudinales plus

ou moins allongées, très visibles à cause de la couleur blanche des stomates. Dans l'*E. Laro*, ces mêmes lignes de stomates prennent rapidement une teinte noire qui les fait aussi aisément reconnaître (Pl. 6, fig. 4).

Au point de vue anatomique, ces trois Euphorbes s'éloignent peu de l'*Intisy*. Les différences les plus importantes à signaler correspondent aux caractères externes que nous venons d'énoncer. C'est d'abord la localisation des stomates qui en section transversale se montrent logés uniquement dans les creux de l'épiderme correspondant aux cannelures (Pl. 8, fig. 4). Il faut signaler aussi le grand développement de la moelle et de l'écorce et la réduction des tissus secondaires. L'anneau ligneux, très mince, n'est pas régulièrement circulaire mais présente des saillies dues à ce que les faisceaux primaires ne sont pas tous formés à égale distance du centre de la moelle. Le métaxylème dans les intervalles prend la forme d'arcs à concavité tournée vers l'extérieur (Pl. 8, fig. 4). Les faisceaux primaires très visibles ont leur pointe entourée de parenchyme périmédullaire. En dehors de ces différences, les autres particularités anatomiques vues pour l'*Intisy* se retrouvent ici : même épiderme et hypoderme, mêmes stomates et même chambre sous-stomatique (Pl. 8, fig. 5), sauf leur localisation précise ; même écorce et même moelle sauf leurs dimensions ; même distribution des fibres et des laticifères dans ces deux tissus (Pl. 8, fig. 4 et 6).

Entre ces trois formes évidemment très voisines les différences anatomiques sont trop faibles pour qu'on puisse les distinguer à l'inspection des coupes. Il faut s'adresser aux caractères extérieurs. On a déjà donné pour l'*E. Laro* et pour l'*E. Tirucalli* des descriptions de la fleur ; nous n'y reviendrons pas. Les fleurs d'*E. Geayi* sont encore inconnues. On peut ajouter d'autres caractères distinctifs aux précédents. Pour l'*E. Laro* un caractère non signalé est la forme du pédoncule du fruit, recourbé à sa base à angle droit. Il nous a paru très constant car nous l'avons vérifié sur d'assez nombreux échantillons provenant des voyages de MM. Alluaud, Decorse, Geay, Alfred et Guillaume Grandidier. Un autre caractère assez net de l'*E. Laro* est la dimension des derniers rameaux. Ils n'ont jamais moins de 4 milli-

mètres de diamètre sur les rameaux fertiles. Les rameaux stériles sont aussi de fort diamètre et portent des rameaux secondaires courts, terminés très rapidement en pointe, sur lesquels sont fixés des feuilles alternes groupées vers le sommet. Elles sont charnues, sessiles, liguliformes et atteignent 12 millimètres de long sur 4 millimètres de large (Pl. 6, fig. 5 et 6).

Dans l'*E. Geayi* et l'*E. Tirucalli* les derniers rameaux sont beaucoup moins gros. Sur les branches stériles les ramifications terminales partent presque toutes du même point et s'effilent en pointe très allongée (Pl. 6, fig. 7 et 8). Les feuilles qu'elles portent à leur extrémité sont minces et étroites (11 millimètres de long sur 2 millimètres de large).

Si l'*E. Laro* se distingue assez aisément des deux autres, il n'en est pas de même de l'*E. Geayi* et l'*E. Tirucalli.* Leurs caractères d'ordre végétatif et anatomique sont les mêmes. Seul, leur lieu d'origine est différent. L'*E. Geayi* habite la brousse à *Intisy* qui couvre le sud et le sud-ouest de Madagascar. L'*E. Tirucalli* a été trouvé sur la côte orientale d'Afrique et dans l'Inde. M. Drake del Castillo nie sa présence à Madagascar et pense que l'opinion de Baillon, qui en fait une Euphorbe malgache, est erronée. Nous n'avons pas pu nous procurer les fleurs et les fruits de l'*E. Geayi* qui seuls permettraient de trancher la question. Il est donc prudent de les connaître pour se prononcer de façon définitive sur l'existence réelle de l'*E. Geayi* et sur l'absence à Madagascar de l'*E. Tirucalli.* En tout cas, même si ces espèces sont bien des espèces distinctes, il ressort de ce qui précède qu'elles sont très voisines.

Ajoutons enfin qu'il faut mettre également très près de l'*E. Tirucalli*, sinon le confondre avec lui comme le fait Boissier, l'*E. ripsaloides* qui, de même que l'*E. Geayi*, ne s'en distingue en aucune façon par l'anatomie de sa tige.

3° *Euph. alcicornis* Baker, *E. Decorsei* Drake, *E. enterophora* Drake, *E. stenoclada* Baillon, *E. cirsioides* Cost. et Gall. (1).

(1) Nous avons retrouvé, dans la collection de M. Drake, un échantillon à l'état sec qu'il n'avait pas décrit et qui, par sa morphologie externe et son anatomie, appartient à la même espèce que celle rapportée par M. Geay et à laquelle nous avons donné le nom d'*E. cirsioides* (Pl. 6, fig. 10).

Ces diverses Euphorbes forment à côté des précédentes un groupe des plus homogènes au point de vue anatomique. Ce groupe est d'ailleurs étroitement apparenté à celui que nous venons de décrire. Il s'agit encore de plantes charnues, à rameaux verts, nus, toujours dépourvus de feuilles ou à feuilles étroites sans pétiole ni stipule et tombant de bonne heure. Les rameaux dans l'*E. alcicornis* et l'*E. Decorsei* (Pl. 7, fig. 2) sont, comme pour les Euphorbes précédentes, des baguettes rondes, articulées, ramifiées fréquemment et s'insérant plusieurs à la même hauteur sur la branche qui leur donne naissance. Dans l'*E. enterophora* (Pl. 7, fig. 3 et 4), ces rameaux s'aplatissent fortement et prennent parfois une largeur de 3 centimètres, ce qui donne à la plante une apparence fasciée.

Dans l'*E. stenoclada* (Pl. 7, fig. 5) et l'*E. cirsioides* (Pl. 6, fig. 9 et 10 et Pl. 7, fig. 1) la modification a porté sur un autre point ; ces plantes sont devenues épineuses par suite de la transformation des extrémités des tiges. L'*E. stenoclada* porte en effet de nombreuses ramifications rondes, très courtes, qui s'amincissent rapidement en pointe. Celle-ci se termine par une épine dure, un peu émoussée à l'extrémité. Elle a donc la valeur morphologique d'une tige, à la différence des Euphorbes de la section *Diacanthium* où les aiguillons sont des stipules transformées.

Dans l'*E. cirsioides* (Pl. 7, fig. 1), l'aspect épineux est encore exagéré. Les rameaux très nombreux s'effilent beaucoup et se terminent en une épine caulinaire fine et acérée. De plus, des expansions en forme d'ailes relient, à la façon d'un *Cirsium*, ces petits rameaux épineux aux tiges sur lesquelles ils ont pris naissance.

Ces Euphorbes sont donc très différentes d'aspect. Les fruits, qui sont connus pour l'*E. stenoclada* et l'*E. Decorsei*, permettent aussi une distinction très nette. Le fruit de l'*E. stenoclada* est une capsule *arrondie* de 5 à 6 millimètres de diamètre sur laquelle les lignes de suture des trois carpelles sont marquées par une légère dépression. Le pédoncule du fruit est légèrement courbé à sa base et il a 5 à 6 millimètres de longueur. Dans l'*E. Decorsei* (Pl. 7, fig. 2) le fruit est une capsule *trigone* ayant 8 à 10 millimètres de côté, supportée par un pédoncule de 8 à 12 millimètres de long. Les lignes de suture des carpelles

forment une saillie assez prononcée sur le milieu des faces de la capsule trigone. On trouve une petite collerette à 3 dents au point où le pédoncule est fixé sur la capsule. Dans l'*E. cirsioides,* les fleurs et les fruits sont inconnus.

Ces Euphorbes, si différentes dans leur morphologie externe, se ressemblent beaucoup au point de vue anatomique; les mêmes particularités se retrouvent dans toutes; seules les formes et les dispositions relatives des différents tissus sont changées, ce qui résulte évidemment des formes différentes des tiges. Les tiges, que nous avons seules étudiées, sont construites sur le même type et rappellent de très près ce que nous avons dit pour l'*E. Intisy* ou l'*E. Laro*. Aussi nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux figures (Pl. 8, fig. 7 et 8).

Nous soulignerons seulement les différences que présentent ces Euphorbes avec les précédentes pour justifier leur groupement un peu à part. Une première différence réside dans la structure de l'épiderme. Sauf peut-être pour l'*E. cirsioides*, les cellules épidermiques sont ici beaucoup plus allongées dans le sens radial. Elles sont nettement distinctes les unes des autres, font saillie en dehors à la façon d'une papille, de sorte que la cuticule qui les recouvre, au lieu d'être un peu ondulée, comme dans l'*E. Intisy* ou l'*E. Laro*, est fortement contournée (Pl. 8, fig. 7).

Les stomates, à fente longitudinale, de même structure que dans l'*E. Laro*, sont répartis d'une façon uniforme et non dans des cannelures longitudinales. Aussi, à l'œil nu ou à la loupe, la surface de la tige paraît lisse. Tout le reste de la structure de la tige rappelle ce que nous avons vu pour l'*E. Intisy*. Il faut cependant signaler le faible développement des faisceaux libéro-ligneux et des formations secondaires dans le cylindre central. Les fibres ont encore la même constitution si spéciale déjà signalée, mais elles sont ici remarquablement abondantes et, de plus, on les rencontre en grand nombre *jusque dans la moelle*. La plante compense ainsi par le grand développement des fibres isolées sa faible lignification dans les tissus du bois.

4° *E. leucodendron* Drake, *E. oncoclada* Drake, *E. Alluaudi* Drake.

Ces trois Euphorbes méritent d'être étroitement rapprochées à cause des grandes ressemblances qu'elles présentent dans

leur port, dans leur morphologie externe et dans leur anatomie. Bien que constituées en gros sur le type des précédentes, elles ont toutes en commun quelques particularités qui les font mettre un peu à part.

Ce sont des Euphorbes à rameaux cylindriques, verts, articulés, fortement charnus. Les dernières ramifications restent toujours assez grosses et leur diamètre ne descend pas au-dessous de 1 centimètre (Pl. 7, fig. 6, 7 et 8). Elles portent des feuilles alternes, étroites et courtes, spathulées, sans pétiole, qui tombent de très bonne heure et laissent sur la tige de petites cicatrices plus ou moins en forme de croissant.

Dans l'*E. Alluaudi* et l'*E. leucodendron*, les articles des rameaux peuvent atteindre de 15 à 20 centimètres de longueur. Dans l'*E. oncoclada* (Pl. 7, fig. 7 et 8), ces mêmes rameaux sont étranglés à de courts intervalles et on a une succession de masses ovoïdes superposées de 2 à 3 centimètres de long. Dans aucune de ces Euphorbes n'existent les cannelures longitudinales où sont logés les stomates comme dans l'*E. Laro*. La surface des tiges est lisse et les stomates apparaissent comme des points blancs répartis de façon uniforme.

Au point de vue anatomique ces Euphorbes sont caractérisées par le grand développement de l'écorce et de la moelle et la réduction de l'anneau ligneux (Pl. 8, fig. 9). Elles se distinguent des précédentes par des caractères très précis : l'épiderme est formé de cellules rectangulaires étroitement unies entre elles, non saillantes, pourvues à l'extérieur d'une cuticule continue. L'épiderme multiplie ses cellules par des cloisonnements de direction radiale. On trouve fréquemment deux cloisons jeunes et non épaissies sur une même cellule épidermique initiale (Pl. 8, fig. 10). Les stomates sont aussi spéciaux : alors que dans toutes les Euphorbes précédentes la fente stomatique était *parallèle à l'axe de la tige*, elle est ici *perpendiculaire* ou peu inclinée sur cette direction, de sorte qu'une coupe transversale des tiges ne rencontre jamais qu'une des deux cellules stomatiques. Sauf cette différence les stomates et les chambres sous-stomatiques ont la constitution déjà décrite pour les autres Euphorbes. L'hypoderme existe également et il est formé d'une seule assise de cellules allongées en direction tangentielle, mais comme il est

presque toujours en voie de cloisonnement pour constituer de nouvelles cellules corticales, il finit par comprendre plusieurs assises (Pl. 8, fig. 10). Le cloisonnement se fait dans toutes les directions.

L'écorce proprement dite comprend ici encore deux parties : une partie périphérique d'aspect palissadique à cellules à chlorophylle un peu allongées radialement, sans méats, et une partie profonde formée de cellules rondes à amidon.

L'écorce renferme des fibres et des laticifères ; ceux-ci sont présents dans toute l'écorce depuis l'épiderme jusqu'au cylindre central, mais ils sont beaucoup plus nombreux et plus larges à son voisinage, comme cela arrive dans toutes les Euphorbes décrites jusqu'à présent. Les fibres, au contraire, ont une distribution spéciale. On n'en trouve aucune dans la portion corticale externe. Dans la région limite entre l'écorce externe et l'écorce interne on en rencontre quelques-unes isolées, comme dans les cas précédents, mais très rapidement elles se groupent en îlots compacts formés chacun d'une vingtaine de fibres isolées (Pl. 8. fig. 9). Les îlots se présentent en plusieurs rangées jusqu'au voisinage du cylindre central et jusque dans le péricycle dont la délimitation est encore ici fort indistincte.

Les fibres qui les constituent sont un peu différentes de celles que nous avons vues jusqu'ici. Elles n'ont, outre la zone cellulosique externe, qu'une ou deux couches d'épaississement et par suite la lumière centrale en est encore relativement large. Toutefois elles sont encore du même type que celles du groupe de l'*E. Intisy*, car elles sont ramifiées de la même façon et très peu lignifiées. Leur aspect particulier tient sans doute à ce qu'elles sont encore peu évoluées. Les Euphorbes de ce groupe doivent croître beaucoup plus vite que l'*Intisy*, ainsi que le prouve le peu de développement des fibres et l'abondance des cloisons de division dans les cellules corticales.

Le cylindre central présente aussi des particularités par rapport aux Euphorbes précédentes. Le liber est relativement plus abondant tandis que le bois est plus réduit. Ce dernier, même dans les tiges de la grosseur du pouce, est constitué par un anneau très étroit. Souvent, dans des tiges de 1 centimètre de diamètre, les faisceaux primaires sont encore indépendants

ou ne présentent que des ébauches de formations secondaires (Pl. 8, fig. 9).

La moelle aussi est un peu spéciale. Elle a un très grand développement et elle renferme de nombreuses lacunes aérifères, parfois très larges, limitées par du tissu trabéculaire formé de grandes cellules parenchymateuses, à parois très minces, comme on en rencontre dans la moelle de beaucoup de plantes aquatiques. Dans les méats de ce tissu trabéculaire courent des laticifères et des fibres isolées et ramifiées du même type que celles de l'écorce. La direction de ces fibres est rarement parallèle à l'axe de la tige (Pl. 8, fig. 9).

Comme on le voit, ces Euphorbes, bien que construites sur le type général de l'*Intisy*, ont cependant en commun de nombreuses particularités anatomiques qui justifient la place un peu à part que nous leur donnons dans l'ensemble du groupe. Ces Euphorbes sont voisines les unes des autres et ne présentent, au point de vue anatomique, que des différences légères. C'est ainsi que l'*E. leucodendron* peut se reconnaître sur une coupe à la rareté des fibres médullaires et au développement relativement grand de la zone interne à fibres corticales. Les laticifères ont des parois assez minces et ne se distinguent bien des cellules voisines que par leur contenu granuleux et la présence des grains d'amidon en forme de bâtonnets.

Dans les *E. Alluaudi* et *oncoclada*, au contraire, les fibres médullaires sont très nombreuses et dirigées dans tous les sens. La zone à fibres corticales est relativement étroite et les fibres y ont souvent une direction tangentielle. Enfin les laticifères sont toujours nettement reconnaissables alors même qu'ils n'ont plus leur contenu à cause de l'épaississement de leurs parois.

Pour l'*E. Alluaudi* et l'*E. oncoclada*, la distinction des deux espèces ne peut se faire sûrement sur des coupes de tiges, mais il est toujours facile de les différencier par l'aspect extérieur, comme nous l'avons dit plus haut.

CHAPITRE II

Caractères distinctifs et caractères généraux des Euphorbes du groupe de l'Intisy. — La sous-section Intisy.

Nous résumons dans le tableau suivant les principaux caractères anatomiques qui permettent de distinguer toutes les Euphorbes précédentes :

Pas de fibres médullaires.	Stomates isolés à la surface de la tige. Plantes peu charnues.			*E. Intisy* Drake.
	Stomates groupés dans des cannelures longitudinales de la tige. Plantes longtemps charnues.	Stomates en plusieurs files dans les cannelures.	Feuilles charnues.	*E. Laro* Drake.
			Feuilles minces.	*E. Geayi* Cost. et Gall.
		Stomates en une seule file dans les cannelures.		*E. Tirucalli* Lin. *E. rhipsaloides* Ch. Lem.
Fibres médullaires. Stomates de la tige à fente longitudinale.	Rameaux non transformés en épines.	Tiges rondes.	Fruit trigone de 8-11mm de côté.	*E. Decorsei* Drake.
			Fruit de moins de 8mm.	*E. alcicornis* Baker.
		Tiges aplaties.		*E. enterophora* Drake.
	Rameaux transformés en épines.	Tiges rondes non ailées.		*E. stenoclada* Baillon.
		Tiges ailées.		*E. cirsioides* Cost. et Gall.
Fibres médullaires. Stomates de la tige à fente transversale.	Fibres médullaires rares.	Laticifères à parois minces.		*E. leucodendron* Dr.
	Fibres médullaires abondantes. Laticifères à parois épaissies.	Tige régulièrement cylindrique.		*E. Alluaudi* Drake.
		Tige à étranglements successifs.		*E. oncoclada* Drake.

Nous pouvons voir par l'inspection de ce tableau que les douze espèces d'Euphorbes que nous étudions peuvent facilement se distinguer les unes des autres par des caractères d'ordre purement anatomique. Cette distinction a son importance, car les caractères extérieurs ne suffisent pas toujours à eux seuls pour déterminer sûrement ces espèces. Beaucoup d'entre elles présentent, en effet, le même aspect. Comme, d'autre part, elles manquent le plus souvent de feuilles, que les fleurs et les fruits ne se forment qu'à des périodes déterminées de leur vie, on peut être très embarrassé pour les

dénommer avec quelque certitude. Pendant longtemps, beaucoup d'entre elles ont été réunies sous le même nom d'*E. Tirucalli;* d'autres fois une même espèce a été désignée sous des noms différents comme l'*E. Tirucalli* et l'*E. ripsaloides*, faute de caractères morphologiques suffisamment précis et assez nettement distincts.

En dehors de cette netteté des caractères distinctifs que prennent toutes ces Euphorbes, et qui montrent bien quels services peut rendre l'anatomie pour la classification, un second fait important ressort des études précédentes. C'est la constance de certains caractères, leur persistance dans toute la série, malgré les adaptations nombreuses que présentent ces Euphorbes (lignification, aplatissements, étranglements, formation d'épines et d'ailes). Nous pouvons résumer brièvement ces caractères communs de la façon suivante :

L'épiderme a des cellules toujours cuticularisées et souvent en voie de cloisonnement radial : les stomates, à fente longitudinale ou transversale, sont formés de deux cellules petites, enchâssées dans deux cellules épidermiques modifiées en cellules annexes ; la chambre sous-stomatique est toujours présente et souvent bien développée ; il existe toujours un hypoderme différencié formé d'une assise de petites cellules plus ou moins allongées tangentiellement. L'écorce, bien développée, est constituée dans sa partie externe par de nombreuses rangées de cellules allongées radialement, bourrées de chlorophylle et de grains d'amidon et ayant en gros l'aspect d'un parenchyme en palissade. Au voisinage du cylindre central, les cellules corticales sont arrondies et renferment de l'amidon sans chlorophylle. Les laticifères, très abondants dans cette dernière région, sont larges, légèrement épaissis. On les retrouve dans toute l'écorce et jusque sous l'épiderme, mais ils y sont d'un diamètre plus réduit. L'écorce est également parcourue par de nombreuses fibres rameuses de structure spéciale et bien caractéristique : en section transversale elles présentent une première membrane cellulosique mince à l'intérieur de laquelle se trouvent de nombreux épaississements concentriques qui en obstruent plus ou moins complètement la lumière. Ces fibres, toujours très faiblement ligni-

fiées, sont *isolées* dans les régions périphériques et moyennes de l'écorce et *groupées en paquets* de plus en plus gros dans la région profonde. Le bois et le liber se présentent de bonne heure en anneau continu, mais ne prennent jamais, sauf dans l'*Intisy*, un grand développement. La moelle, toujours présente et bien développée, est formée de cellules grandes à parois minces. Elle renferme des laticifères et souvent des fibres isolées de même structure que dans l'écorce.

Ces caractères anatomiques communs à toutes les Euphorbes que nous avons étudiées leur sont bien spéciaux. On les retrouve dans toutes à côté des différences anatomiques qui permettent de distinguer les espèces entre elles. Si à cela nous ajoutons que ces plantes présentent aussi en dehors de l'anatomie les plus grandes similitudes dans le port, la morphologie externe et l'habitat, on trouvera assez fondée la création d'une sous-section spéciale que nous appellerons la *sous-section Intisy* (1) et qui sera définie anatomiquement par l'ensemble des caractères signalés plus haut.

CHAPITRE III

Affinités des Euphorbes de la sous-section Intisy avec les Euphorbes des sections voisines.

Parmi les plantes que nous mettons ainsi à part, quelques-unes sont nouvelles ; d'autres, déjà décrites, n'ont pas reçu de place déterminée dans la classification du genre ; d'autres ont été rangées par M. Drake del Castillo dans la section *Tirucalli*, sans spécifier d'ailleurs s'il s'agissait de la section *Tirucalli* de Boissier ou de la section *Tirucalli* de Bentham, beaucoup plus compréhensive puisqu'elle renferme les sections *Tirucalli*, *Arthrothamnus* et *Lyciopsis* de Boissier ; enfin l'*E. al-*

(1) Nous préférons le nom de sous-section *Intisy* à celui de *Tirucalli* que nous avions précédemment employé (*Bull. du Mus.*, 1905), pour ne pas augmenter la confusion qui résulte de ce que ce nom de *Tirucalli* a déjà été appliqué par Boissier d'une part, et Bentham d'autre part, à des groupes non correspondants. L'ancien groupe *Tirucalli* devra aussi changer de nom puisque la plante type correspondante est rattachée à une nouvelle section.

cicornis a été placé par Baker parmi les *Arthrothamnus*.

Pour justifier la création de la sous-section *Intisy*, nous avons entrepris l'étude anatomique des sections *Tirucalli*, *Arthrothamnus* et *Lyciopsis* de Boissier en choisissant les plantes qui, par leurs caractères extérieurs, semblaient se rapprocher le plus de nos Euphorbes.

Nos recherches ont porté sur :

E. melanostica, *E. Bottæ*, *E. Hydnoræ*, *E. aphylla*, *E. Dregeana*, *E. Schimperi*, *E. obtusifolia*, *E. Larica*, *E. mauritanica*, *E. spicata* placées dans la section *Tirucalli* par Boissier; *E. ephedrioides*, *E. brachiata*, *E. Burmanni*, *E. serpiformis*, *E. racemosa*, de la section *Arthrothamnus* et *E. cuneata* de la section *Lyciopsis*. Nous les avons ensuite étendues à tout le genre *Euphorbia* en choisissant dans chacune des nombreuses sections établies par Boissier le plus grand nombre possible d'échantillons de comparaison.

Cette vaste enquête nous a montré que les divisions que l'on a établies uniquement sur les caractères extérieurs ne correspondent pas toujours à celles que l'on peut fonder sur les caractères anatomiques et qu'il y aurait lieu de faire une revision de tout le genre en tenant compte des affinités profondes qui ont marqué leur empreinte dans les tissus.

Nous nous contenterons ici d'insister particulièrement sur les sections que met en cause la création de la sous-section *Intisy*. Aucun des représentants des sections *Arthrothamnus*, *Tirucalli* et *Lyciopsis* (sauf les *E. Tirucalli* et *pendula* que nous rattachons à la section *Intisy*) ne présente les caractères distinctifs de l'*Intisy* et des Euphorbes de son groupe.

En particulier, dans aucun d'eux on ne trouve les fibres si caractéristiques de l'*Intisy*, isolées dans l'écorce ou dans la moelle. A la vérité, la plupart des *Arthrothamnus* et des *Tirucalli* renferment des fibres, mais elles présentent un petit nombre de couches d'épaississement et ont une lumière relativement large. En outre, ces fibres, presque toujours affaissées sur elles-mêmes, sont groupées étroitement en paquets nettement péricycliques correspondant exactement aux faisceaux primaires (Pl. 8, fig. 11). D'autres différences secondaires viennent s'ajouter à celles-là. L'épiderme est formé de cellules

plates, allongées tangentiellement, à cuticule très épaisse et continue, de sorte que les cellules épidermiques sont toujours étroitement unies sur toute leur surface latérale et qu'aucune d'elles ne fait saillie à l'extérieur. Les cloisonnements qu'elles présentent ne sont pas tous de direction radiale. Les stomates n'occupent pas le fond d'une dépression formée par les cellules épidermiques voisines. Enfin l'hypoderme est le plus souvent sclérifié et les cellules qui le forment sont fréquemment en voie de cloisonnement. La moelle est souvent aussi sclérifiée et formée de cellules à ponctuations rondes.

En revanche, on retrouve chez ces plantes, qui sont toutes charnues à la façon des Euphorbes malgaches, le grand développement de l'écorce par rapport aux éléments ligneux et sa subdivision en deux zones : l'une externe renfermant de la chlorophylle et de structure palissadique, l'autre interne où les cellules sont arrondies et où dominent les laticifères larges.

Comme nous le voyons, les Euphorbes que nous rapprochons de l'*Intisy*, y compris l'*E. Tirucalli*, sont bien distinctes de ce qui reste des anciens groupes *Tirucalli* et *Arthrothamnus* de Boissier. A la vérité même, des affinités très étroites se manifestent entre les *Tirucalli* et les *Arthrothamnus* et leur fusionnement en un seul groupe comme l'a fait Bentham est beaucoup plus justifié encore qu'avec le groupe de l'*Intisy*.

Ce n'est pas cependant que le groupe de l'*Intisy* doive en être entièrement isolé. Il existe, en effet, des termes de passage. Nous avons vu que dans les *E. leucodendron*, *Alluaudi* et *oncoclada* les fibres perdent un peu de leur ressemblance avec celles d'*E. Laro* ou *Decorsei*, par exemple. La formation des épaississements ne va pas assez loin pour faire disparaître entièrement la lumière de la fibre. De plus, dans ces Euphorbes, les fibres ont une tendance plus grande à se grouper autour du cylindre central et la portion externe de l'écorce n'en renferme aucune. L'hypoderme ne reste pas non plus toujours simple et peut se dédoubler par formation de cloisons tangentielles ou obliques.

D'autres Euphorbes, dont nous n'avons pas encore parlé et qui proviennent de la même région de Madagascar, présentent d'ailleurs ces caractères de transition d'une façon plus accen-

tuée encore et se rangent franchement dans les types anatomiques des *Arthrothamnus* et des *Tirucalli* de Boissier. C'est le cas de l'*E. plagiantha*, de l'*E. cepretorum* et de l'*E. cynanchoides*. La première est un arbre dont le port rappelle celui d'*E. Laro*. Son épiderme présente des stomates rangés en séries longitudinales superficielles, mais non situées dans une cannelure. Les deux autres sont des lianes. Dans l'*E. plagiantha* (Pl. VIII, fig. 12) l'épiderme se cloisonne et donne de bonne heure une légère couche de liège sous l'épiderme persistant. Les fibres, ayant une ou deux zones d'épaississement, se groupent toutes en paquets péricycliques correspondant aux faisceaux primaires. Dans l'*E. cepretorum* et dans l'*E. cynanchoides*, qui sont d'ailleurs très voisines, la réduction des fibres va encore plus loin. Totalement absentes dans l'*E. cynanchoides*, on en retrouve une ou deux seulement au-dessus du liber dans l'*E. cepretorum*. L'on pourrait multiplier ces exemples de caractères transitoires. Qu'il nous suffise de constater que, si la section *Intisy* s'isole franchement des *Arthrothamnus* et des *Tirucalli*, il convient cependant de la ranger à côté de ce qui reste de ces anciens groupes. Quant à ces derniers, leur revision soigneuse s'impose et il y aurait lieu de classer autrement les espèces qu'ils renferment en tenant mieux compte des affinités que l'anatomie rend manifestes. Les deux groupes *Tirucalli* et *Arthrothamnus*, auxquels d'ailleurs Bentham donne seulement la valeur de sous-groupes réunis dans une même section *Tirucalli*, sont séparés par Boissier uniquement par le fait de la position relative des feuilles. Bien qu'il mette ces deux sections assez loin l'une de l'autre, c'est un caractère de faible importance et de difficile observation pour des plantes où les feuilles très réduites tombent de très bonne heure ou sont groupées en bouquets à l'extrémité des tiges quand elles persistent. Il y aurait donc lieu de rapprocher plus étroitement les *Arthrothamnus* et les *Tirucalli* de Boissier et de placer dans leur voisinage, mais à part, la sous-section *Intisy* telle que nous l'avons constituée plus haut.

Quant à la sous-section *Lyciopsis*, représentée par l'*E. cuneata*, rien ne justifie sa réunion avec les *Arthrothamnus* et les *Tirucalli*. Le port de la plante est celui d'un buisson épineux

et ligneux. Les feuilles abondantes et les épines rappellent le *Prunus spinosa*. Enfin l'anatomie est bien différente de celle des *Intisy*.

CHAPITRE IV

Distribution géographique du groupe de l'Intisy. Sa biologie.

Nous n'insisterons pas davantage sur le groupe de l'*Intisy*. Nous pensons avoir mis suffisamment en évidence son homogénéité et ses affinités avec les groupes voisins. Mais une dernière question se pose qui doit être le complément naturel et la principale raison d'être de ces études de classification un peu détaillées. Quelle est la valeur taxonomique de ce groupement ? Comment s'est-il constitué? Les Euphorbes que nous rapprochons sont-elles étroitement apparentées ou bien sont-ce des types d'origines diverses qu'une convergence de formes fait placer les uns à côté des autres?

L'étude de la distribution géographique et de la biologie de ce groupe nous donnera à ce sujet d'utiles indications. *Les Euphorbes du groupe de l'Intisy sont toutes des espèces malgaches* localisées dans le sud et le sud-ouest de Madagascar. Il ne peut y avoir de doutes que pour l'*E. Tirucalli*. Baillon la rattachait à Madagascar; M. Drake del Castillo pensait qu'elle était étrangère à cette île. Boissier signale Zanzibar (1) comme lieu de provenance. On l'a récoltée dans l'Inde, mais elle y aurait été introduite, d'après Hamilton (2); aux Molluques et aux Philippines, il en serait de même. L'herbier du Muséum renferme des échantillons rapportés de l'Ile de France et des Comores, îles voisines de Madagascar. Rappelons enfin que l'Euphorbe que nous avons provisoirement appelée *E. Geayi* pourrait bien n'être autre chose qu'une petite espèce d'*E. Tirucalli*. Toutes ces données nous conduisent à penser que l'*E. Tirucalli* habite

(1) Le Muséum possède dans ses serres de beaux échantillons de l'*E. Tirucalli* qui ont été rapportés de Zanzibar par le Père Sacleux et dont il a bien voulu nous certifier l'origine.

(2) V. Boissier, *Prodrome*.

Madagascar. En tout cas, si vraiment elle est étrangère à l'île, c'est sur la côte orientale d'Afrique et dans les îles voisines qu'il faut aller chercher son habitat naturel.

Nous voyons donc que le groupe que nous avons délimité dans la classification des Euphorbes est parfaitement délimité au point de vue géographique. La partie méridionale de Madagascar renferme tous les représentants du groupe à l'exception, peut-être, d'un seul qui vit sur la côte africaine. En dehors de ces régions aucun ne pousse ailleurs à l'état spontané. On est donc amené à penser que Madagascar est la patrie d'origine des Euphorbes de la sous-section *Intisy*, ou bien qu'elles y ont émigré à partir du continent africain.

A cet égard, l'étude de la distribution géographique des plantes des sections *Tirucalli* et *Arthrothamnus*, sections affines, comme nous l'avons vu, à celle de l'*Intisy*, est pleine d'enseignements. Les *Arthrothamnus* que signale Boissier habitent toutes le Cap, sauf deux qu'on trouve dans l'Amérique centrale, et encore ces deux plantes (*E. cassithoides* et *E. alata*) ont un aspect et une anatomie assez différents des autres *Arthrothamnus* pour qu'on puisse douter de la légitimité de leur attribution à ce groupe. Parmi les *Tirucalli* une Euphorbe est chilienne (*E. lactiflua*), et encore est-elle très spéciale. Sur les 14 autres que décrit Boissier, 9 habitent aussi le Cap ou la côte orientale d'Afrique, 3 le sud de l'Arabie et de la Perse. L'ensemble des groupes apparentés des *Arthrothamnus*, des *Tirucalli* et des *Intisy* a donc un habitat nettement africain ou malgache. Or il résulte de nombreuses constatations d'ordre botanique, zoologique et paléontologique que l'île de Madagascar n'a pas toujours été isolée du continent africain. Les derniers travaux de MM. Boule (1) et Guillaume Grandidier (2) ont montré que la séparation a eu lieu à une époque beaucoup plus récente qu'on ne l'avait pensé. Les affinités très nombreuses entre les Lémuriens actuels ou fossiles de Madagascar et ceux qui vivent ou qu'on a retrouvés en Afrique, la présence,

1) Boule, *Sur de nouveaux fossiles de la côte orientale de Madagascar* (Bull. de la Soc. géol. de France, février 1904).

2) Guillaume Grandidier, *Recherches sur les Lémuriens disparus* (Thèse pour le doctorat, Paris, 1905).

à Madagascar, où ils ont aujourd'hui disparu, de l'Hippopotame et du Sanglier (1) ainsi que des oiseaux coureurs à facies éocène, prouvent que de larges communications ont persisté jusqu'à la fin de l'oligocène entre l'Afrique et Madagascar et ont permis à la faune africaine de peupler l'île malgache. Les plantes ont dû suivre le même chemin et les Euphorbes que nous étudions ont sans doute une semblable origine. Issues de types apparentés aux *Arthrothamnus* et aux *Tirucalli*, réfugiés aujourd'hui pour la plupart dans l'Afrique australe, elles ont divergé peu à peu du type primitif tout en gardant des traces de leur parenté avec les espèces restées continentales (2).

L'habitat des Euphorbes du groupe de l'*Intisy* est si spécial qu'il a dû avoir une grande influence sur leur évolution. Les régions sud et sud-ouest de Madagascar sont, en effet, constituées par des plateaux très secs. D'après M. Geay, il peut s'y passer des périodes de trois années consécutives sans une seule goutte de pluie. Aussi l'ensemble de la flore a pris un aspect singulier et bien caractéristique. Ce qui domine dans le paysage ce sont les plantes à la fois buissonnantes et charnues. Les feuilles ont disparu ou bien sont très réduites et tombent de bonne heure. Les tiges sont charnues, vertes, rondes ou aplaties, affectant surtout la forme de cylindres aux ramifications nombreuses et enchevêtrées, munies souvent d'épines. C'est dans cette région qu'abondent les *Didierea*, plantes si singulières qu'on a longtemps hésité pour les attribuer à une famille botanique. Mais ce qui y domine surtout ce sont les formes que nous avons décrites pour les Euphorbes et qui ont valu à ces régions le nom souvent employé de *brousse à Intisy* (Voy. Pl. 7, fig. 9).

Ces conditions de vie sont si spéciales qu'il n'est pas dou-

(1) Dans un travail récent (*Revision des Buprestides de Madagascar*, Deyrolle, 1905), M. A. Théry montre par l'étude des Insectes et en particulier par celle des Buprestides que, dans le domaine de l'entomologie, c'est avec l'Afrique plutôt qu'avec l'Indo-Malaisie, que Madagascar présente les plus grandes affinités.

C'est aussi à la même conclusion qu'arrive M. F. Renauld, à la suite de son travail sur les Mousses de Madagascar

(2) Il existe à Madagascar un autre groupe d'Euphorbes parfaitement homogène et à facies bien spécial aussi, qui diffère très nettement des *Intisy*, mais qui a peut-être la même origine. Ce sont les *Goniostema* qu'on trouve uniquement à Madagascar et à l'île Bourbon, d'après Boissier.

teux qu'elles n'aient eu une grande influence sur l'évolution des plantes vers les formes singulières que nous constatons aujourd'hui. On retrouve d'ailleurs des adaptations tout à fait semblables dans des familles différentes des Euphorbiacées, comme les Apocynées et les Asclépiadées. Certaines Asclépiadées, comme les *Sarcostemma* par exemple, ressemblent à s'y méprendre (1) à quelques-unes des Euphorbes du groupe de l'*Intisy*. Les Euphorbiacées et les Asclépiadées sont deux familles qui n'ont pas beaucoup de points communs. Il faut donc voir dans ces convergences remarquables l'action de facteurs identiques agissant sur des plantes différentes placées dans un même milieu.

(1) Nous avons eu l'occasion d'étudier cette année des Asclépiadées qui sont distribuées par plusieurs jardins botaniques sous les noms d'*Euphorbia ripsaloides* et d'*E. pendula*. Leur ressemblance avec des Euphorbes, frappante dans l'aspect extérieur, se retrouve dans des détails anatomiques, comme la localisation des stomates dans des rainures longitudinales, la constitution et la distribution des fibres et des laticifères. Il y a même lieu de se demander si l'*E. pendula* avec ses feuilles *opposées* réduites à des squamules triangulaires, telles que les décrit Boissier, qui n'avait pas vu les fleurs, n'est pas une Asclépiadée classée par erreur parmi les Euphorbiacées. Nous aurons d'ailleurs bientôt l'occasion de revenir d'une façon plus étendue sur cette convergence remarquable entre les Asclépiadées et les Euphorbes du groupe *Intisy*.

Note ajoutée pendant l'impression. — Grâce à l'obligeance de M. le Professeur Granel, nous avons eu communication, au cours de l'impression de ce travail, d'un exemplaire de l'*E. xylophylloides* A. Brongn. Cette plante, que Boissier considère avec doute comme une Euphorbe, se range bien réellement dans ce genre, ainsi que l'avait déjà reconnu Gaucher (*loc. cit.*). Elle appartient incontestablement à la sous-section *Intisy* et habite Madagascar. A cause de la forme aplatie de ses rameaux, de ses stomates à fente transversale, de ses fibres isolées, présentes à la fois dans l'écorce et dans la moelle, elle se place très nettement au voisinage immédiat de l'*E. enterophora*.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VI

Fig. 1. — Port de l'*Euphorbia Laro* (à gauche) et de l'*Euphorbia Intisy* jeune (à droite, dans la main de la femme malgache).
Fig. 2. — *Euphorbia Laro* femelle.
Fig. 3. — *Euphorbia Laro.* Branches fructifères montrant le mode de ramification des rameaux qui partent tous à peu près du même point.
Fig. 4. — *Euphorbia Laro.* Portion de tige montrant les cannelures longitudinales où sont logés les stomates.
Fig. 5. — *Euphorbia Laro* femelle. Rameau portant des fruits et des feuilles. Les ramifications terminales, qui ont des feuilles, finissent assez brusquement en pointe.
Fig. 6. — *Euphorbia Laro.* Jeune plantule venue de graine dans les serres du Muséum. A la base, les deux cotylédons ; au-dessus, se voient les feuilles alternes qui, en serre, prennent un plus grand développement que dans la nature.
Fig. 7. — *Euphorbia Geayi.* Extrémité d'une branche montrant le mode de ramification de la plante. Les rameaux terminaux qui ont des feuilles finissent en une pointe allongée.
Fig. 8. — *Euphorbia Tirucalli.* Jeune plante provenant de Zanzibar et cultivée dans les serres du Muséum.
Fig. 9. — *Euphorbia cirsioides.* Rameaux à épines très effilées et à ailes réduites.
Fig. 10. — *Euphorbia cirsioides.* Plante entière, munie d'épines moins longues et d'ailes plus larges que la précédente et montrant le grand développement des racines.

PLANCHE VII

Fig. 1. — *Euphorbia cirsioides.* Portion de rameau représenté en grandeur naturelle.
Fig. 2. — *Euphorbia Decorsci.* Extrémité d'une branche fructifère. A droite et à gauche, fruits trigones montrant la petite collerette de la base.
Fig. 3 et 4. — *Euphorbia enterophora.* Rameaux aplatis portant des fleurs à leur extrémité.
Fig. 5. — *Euphorbia stenoclada.* Échantillon montrant le mode de ramification des branches qui se terminent en épines caulinaires.
Fig. 6. — *Euphorbia leucodendron.* Extrémité de deux rameaux, l'un fructifère, l'autre stérile et portant des feuilles très réduites.
Fig. 7 et 8. — *Euphorbia oncoclada.* Extrémités de rameaux florifères montrant les étranglements caractéristiques.
Fig. 9. — Un coin de la *brousse à Intisy.* De grands *Didierea* dominent des amas de buissons touffus formés par l'enchevêtrement de nombreux rameaux cylindriques, charnus et dépourvus de feuilles.

PLANCHE VIII

LETTRES COMMUNES A TOUTES LES FIGURES :

ep, épiderme.	*f.p*, fibres péricycliques.
hyp, hypoderme.	*l*, laticifère.
ch.s.st, chambre sous-stomatique.	*lib*, liber.
s, liège.	*b*, bois.
f, fibre.	*m*, moelle.

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire. Dans les figures demi-schématiques le tissu parenchymateux de l'écorce et de la moelle n'a pas été représenté.

Fig. 1. — *Euphorbia Intisy.* Coupe transversale semi-schématique montrant les proportions relatives du bois, de l'écorce et de la moelle et la distribution des fibres et des laticifères.

Fig. 2. — *Euphorbia Intisy.* Coupe transversale au travers d'un stomate montrant sous l'épiderme à cellules peu saillantes et sous l'hypoderme le tissu palissadique de la tige.

Fig. 3. — *Euphorbia Intisy.* Coupe transversale de la tige montrant la structure des fibres et leur groupement en paquets autour du cylindre central dans la région profonde de l'écorce.

Fig. 4. — *Euphorbia Laro.* Coupe transversale semi-schématique de la tige montrant la disposition des stomates au fond de cannelures, la réduction du tissu libéroligueux et la distribution des fibres et des laticifères.

Fig. 5. — *Euphorbia Tirucalli.* Coupe transversale d'un stomate au fond d'une cannelure de la tige.

Fig. 6. — *Euphorbia Tirucalli.* Portion d'une coupe transversale semi-schématique de la tige.

Fig. 7. — *Euphorbia stenoclada.* Coupe transversale d'un stomate formé de deux petites cellules enchâssées dans deux cellules annexes. Cellules épidermiques papilleuses.

Fig. 8. — *Euphorbia stenoclada.* Coupe transversale semi-schématique de la tige montrant la réduction du tissu libéroligneux et l'abondance des fibres isolées, développées même dans la moelle.

Fig. 9. — *Euphorbia Alluaudi.* Portion d'une coupe transversale semi-schématique d'une tige ayant 1 centimètre et demi de diamètre. Il n'y a pas encore de formations secondaires. Les laticifères et les fibres sont localisés dans la région profonde de l'écorce ; dans la moelle très développée les fibres ont pour la plupart une direction oblique.

Fig. 10. — *Euphorbia leucodendron.* Portion d'une coupe transversale d'une tige montrant le mode de cloisonnement des cellules épidermiques et l'hypoderme dédoublé.

Fig. 11. — *Euphorbia Schimperi.* Coupe transversale semi-schématique de tige. Les fibres sont toutes groupées en paquets péricycliques.

Fig. 12. — *Euphorbia plagiantha.* Coupe transversale semi-schématique de tige. Formation de liège épidermique. Les fibres sont toutes groupées en paquets péricycliques.

SUR LES MYCOCÉCIDIES

DES

GYMNOSPORANGIUM

Par L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

Dans une précédente note, j'ai étudié les déformations que produisent sur les arbres du groupe des Pomacées les *Ræstelia* (1), qui sont les formes à spermogonies et à cécidies des Champignons du genre *Gymnosporangium*, et je suis arrivé à tirer quelques conclusions générales sur l'action de ces champignons sur leurs hôtes. Il en est résulté, en effet, ce fait que les diverses espèces étudiées, bien que se développant sur des hôtes différents (appartenant, il est vrai, au même groupe), arrivent à produire des déformations ayant certains caractères communs, bien que les détails secondaires puissent parfois différer. Le fait le plus frappant qui s'est dégagé de cette étude est le retard et même l'arrêt de la différenciation apporté dans les tissus de l'hôte par le mycélium parasite, arrêt qui maintient la plupart des cellules plus près de leur forme originelle, par conséquent embryonnaire, plus près de la forme parenchymateuse pure. Cette *parenchymatisation* des tissus, accompagnée ordinairement d'hypertrophie, est, on le sait, un des caractères principaux et le plus frappant peut-être des organes végétaux atteints de *tubérisation*, et j'avais fait remarquer l'analogie qui existe entre les mycocécidies des *Ræstelia* et les tubercules en général. Les recherches de divers

(1) *Sur les mycocécidies des Ræstelia* (Rev. gén. de Bot., t. X, 1898, p. 225

auteurs, en particulier de M. Noël Bernard (1), tendent à démontrer qu'un grand nombre de tubercules, sinon tous, ont un point de départ fongique et sont le résultat d'une symbiose. Les mycocécidies des *Rœstelia* sont donc une sorte d'épisode particulier du phénomène général de la tubérisation.

Mais si les formes fongiques classées autrefois dans le genre *Rœstelia*, et qui ne sont en réalité que des cécidies de *Gymnosporangium*, produisent des cécidies obéissant à certaines lois, on pouvait se demander si les cécidies des *Gymnosporangium* eux-mêmes, se développant sur des hôtes, les Genévriers, appartenant à un groupe tout à fait différent des Pomacées, au point de vue systématique, avaient la même manière d'agir et obéissaient aux mêmes lois. C'est à la solution de cette question que je me suis attaché dans le présent travail. J'y ai étudié l'action du *G. clavariæforme* et du *G. juniperinum*, deux espèces bien différentes l'une de l'autre, qui cependant ont un hôte commun, le Genévrier (*Juniperus communis*).

I. — CÉCIDIES DU *GYMNOSPORANGIUM CLAVARIÆFORME*.

Le *G. clavariæforme* est la forme téleutosporifère du *Rœstelia lacerata*. Ce dernier est une forme écidienne qui se développe sur l'Aubépine (*Cratægus Oxyacantha*) et y produit des cécidies remarquables sur les tiges, les feuilles et les fruits, mais ces cécidies n'ont qu'une existence éphémère. Elles se développent sur les organes jeunes, en voie de croissance, puis, lorsque le Champignon a émis ses écidiospores, le mycélium périt et la cécidie disparaît à sa suite. Le *Rœstelia lacerata* ainsi que ses congénères, est donc annuel et monocarpique. Les écidiospores transportées par le vent sur les Genévriers (*Juniperus communis*) germent sur les parties jeunes des tiges non encore munies de périderme. Le mycélium s'installe dans l'intérieur des tissus, y produit les cécidies

(1) *Études sur la tubérisation* (Rev. gén. de Bot., t. XIV, 1902, p. 5).

remarquables que je vais étudier plus loin, et aboutit à la formation des téleutospores *Gymnosporangium clavariæforme*. Il est à remarquer toutefois que le mycélium, contrairement à celui du *Ræstelia*, est vivace et qu'il produit des spores pendant une série plus ou moins longue d'années: il est donc en même temps polycarpique.

La maturation des écidiospores a lieu, sous le climat champenois, à la fin de mai ou au commencement de juin. Il est vraisemblable d'admettre que la contamination du Genévrier se fait vers cette époque ; mais je n'ai point de fait précis à apporter à ce sujet. Toutefois il est remarquable que la maturation des téleutospores du *Gymnosporangium* n'a lieu qu'au printemps. A la fin d'avril ou au commencement de mai, dans les années tardives, on voit apparaître des expansions gélatineuses, jaunes, en forme de cornes simples ou ramifiées, qui couvrent la surface des cécidies ; l'aspect rappelle bien celui d'une petite Clavaire (ou mieux d'un *Calocera*), ce qui a valu au champignon son nom spécifique. Ces sporanges en corne percent le liège qui couvre la cécidie d'un tissu protecteur, puis un peu plus tard, lorsqu'ils tombent, il se forme à la place une nouvelle couche de liège qui obture l'ouverture produite par le sporange, et l'on voit toujours une cécidie âgée couverte de petites plaques arrondies ou ovales dont chacune correspond à la place d'un sporange tombé.

Chaque sporange est formé par un ensemble de téleutospores assez semblables à celles que forment les Puccinies.

La tête est en effet bicellulaire ; mais le pédoncule est très long, et il gélifie la portion externe de sa membrane, ce qui donne au sporange entier sa consistance gélatineuse. Les téleutospores germent directement sur le sporange, car elles ne sont pas caduques. Par leur développement printanier et leur germination immédiate ces spores forment contraste avec un grand nombre de téleutospores d'Urédinées qui s'étant formées en automne passent l'hiver et ne germent qu'au printemps suivant.

Les sporidies produites ainsi à la fin d'avril ou au commen-

cement de mai peuvent contaminer à leur tour les jeunes pousses ou les fleurs de l'Aubépine qui sont alors en voie de développement.

Connaissant dans ses grandes lignes le cycle évolutif de ce champignon, nous pouvons aborder maintenant l'étude des cécidies qu'il produit.

1. — CÉCIDIES DE LA TIGE.

Morphologie externe. — Je n'ai pas pu observer de rameau jeune attaqué par le début du mycélium. Cependant j'ai pu profiter d'une circonstance particulière qui m'a permis d'étudier de jeunes rameaux infectés. Sur les cécidies d'un certain âge il se développe assez souvent des rameaux latéraux.

Ces organes se forment quelquefois en très grand nombre sur un espace restreint, de sorte que la cécidie devient le support d'une sorte de buisson analogue aux *balais de sorcières* des Pins et des Sapins. Mais ce fait n'est pas constant, il s'en faut. Parmi ces rameaux beaucoup sont indemnes ou ne montrent de mycélium que tout à fait à leur base qui est alors renflée et cécidiforme, mais l'excroissance ne s'étend jamais bien loin (à 1 ou 2 centimètres au plus de la base) et le sommet s'affranchit bientôt du champignon. Ces rameaux peuvent avoir une vie assez longue ; cependant, comme on trouve fréquemment des balais de sorcières où tous les éléments sont morts, on est en droit de supposer que le Champignon finit par épuiser le Genévrier et le tuer.

Les cécidies des tiges du Genévrier sont de taille et de forme extrêmement variable parce que leur âge est aussi très différent. Tandis qu'on en observe qui ont à peine la taille d'un pois, d'autres peuvent atteindre 15 à 20 centimètres de longueur, sur 7 à 8 centimètres de largeur. D'ailleurs le rapport du diamètre à la longueur est très variable. Certaines sont courtes et grosses, presque globuleuses, d'autres sont longues et peu épaisses, elles sont alors fusiformes. En général le renflement se produit sur tout le tour de la tige, à peu

près uniformément, mais il arrive quelquefois de rencontrer des cécidies plus ou moins excentriques et presque latérales.

Les cécidies du *Gymnosporangium* ne produisent généralement pas de courbures sensibles des organes attaqués, même quand elles se développent latéralement, tandis que celles du *Rœstelia* amènent presque toujours une courbure très nette des organes attaqués. Il est vrai que le développement de ce dernier Champignon est excessivement rapide, tandis que celui du *Gymnosporangium* est beaucoup plus lent, de sorte que les différents tissus de l'hôte peuvent beaucoup mieux régulariser leur croissance et se modeler les uns sur les autres.

Morphologie interne. — Nous passerons en revue les différents tissus des rameaux jeunes et âgés, en comparant pour chacun d'eux le développement normal, et celui qui a lieu en présence du Champignon.

A. — *Épiderme.*

Sur les rameaux jeunes et normaux (Pl. IX, fig. 1) on constate que l'épiderme est formé d'une seule assise de cellules. Dans la paroi externe qui est épaisse, on peut distinguer trois lames : l'extérieure souvent plus développée, jaunâtre ou même jaune d'or sur le frais, constitue la cuticule. Celle-ci ne fixe pas le vert d'iode, mais se colore fort bien en rouge par le soudan III et se montre par là même comme formée de cutine. La zone moyenne au contraire fixe le vert d'iode, et se colore mal par le Soudan III, ce sont les couches cuticulaires. La zone interne en continuité directe avec les parois radiales et internes des cellules de l'épiderme se colore en rouge par le carmin aluné, et ne présente que les réactions ordinaires des parois cellulosiques et pectosiques; elle est par conséquent complètement dépourvue de cutine.

L'épiderme d'un rameau contaminé (Pl. IX, fig. 2, *ep*) naissant sur la cécidie présente à peu près les mêmes caractères que l'épiderme normal, et la présence du champignon ne paraît pas avoir d'influence notable sur le développement de cette couche protectrice ; tout au plus constate-t-on dans certains

cas que les cellules sont un peu plus étroites dans le sens tangentiel, ainsi que le fait voir la figure 2 de la planche IX, mais cette modification n'est pas constante.

B. — *Écorce.*

La coupe transversale d'un rameau normal de Genévrier encore jeune est triangulaire (fig. 1) et cette disposition affecte surtout l'écorce, car le cylindre central montre un contour circulaire. Chacun des sommets du triangle est occupé par un gros canal sécréteur dont il sera question plus loin. Une légère encoche marque le milieu de chaque face et correspond à une faible rainure visible à l'extérieur.

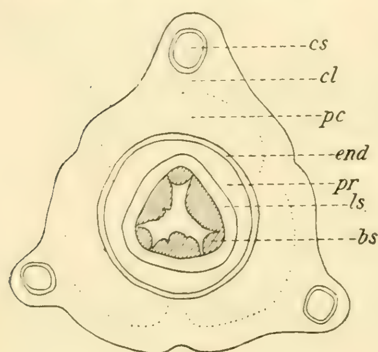


Fig. 1.

Dans l'écorce on peut distinguer quatre régions différentes :

A l'extérieur se trouve un hypoderme assez variable, dont les cellules, disposées ordinairement sur un seul rang, ont, tantôt des parois assez minces, colorées fortement en rouge par le carmin aluné ; dans ce cas elles sont à peu près semblables aux cellules sous-jacentes de l'écorce. Tantôt au contraire les cellules de l'hypoderme ont des parois plus épaissies, mais alors à peine colorées par le carmin aluné (rose pâle) (Pl IX, fig. 1, *hp*). Dans ce cas elles ont l'aspect de fibres non lignifiées. Les deux sortes de cellules paraissent distribuées sans ordre, toutefois les pseudo-fibres sont plutôt localisées sur les trois faces de la tige qu'aux angles.

L'écorce se continue ensuite par une ou deux assises de cellules à parois un peu épaissies et collenchymateuses, intimement unies et ne laissant entre elles que de petits méats triangulaires. Au niveau des angles de la tige cette assise s'épaissit en multipliant ses éléments et c'est dans son sein que se différencie le gros canal sécréteur oléo-résineux. Celui-ci est entouré d'une rangée de cellules sécrétrices à

parois minces, bordées à leur extérieur par une assise de cellules à parois également minces mais subérétiées, qui forment comme une gaine protectrice au canal sécréteur.

La subérification se fait d'une façon irrégulière dans le cours de la première année; elle envahit parfois les cellules hypodermiques adjacentes (qui toujours dans ce cas ont des parois minces). Dans d'autres cas elle manque sur une étendue plus ou moins grande. La seconde année, la subérification s'accentue, elle envahit tous les tissus entourant le canal sécréteur et les cellules sécrétrices elles-mêmes. A cette époque, le canal sécréteur est sur le point d'être éliminé avec les tissus voisins, par le périderme.

La troisième zone de l'écorce est plus épaissie que les précédentes, elle est constituée par de grandes cellules chlorophylliennes irrégulières auxquelles s'intercalent de grandes lacunes provenant soit de méats agrandis, soit de cellules partiellement détruites, le tout simulant assez bien le tissu lacuneux d'une feuille normale. Ces cellules sont divisées en trois groupes, parce que la deuxième zone, au niveau du milieu des faces, envoie une ou deux rangées de ses cellules rejoindre la quatrième zone (fig. 1).

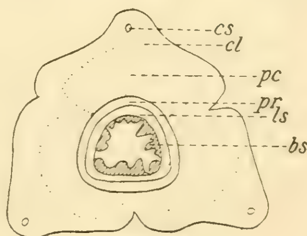


Fig. 2.

Enfin, la quatrième zone est constituée par l'endoderme, à cellules ovales, un peu aplaties dans le sens radial, à parois un peu épaissies et dont les cadres d'épaississement sont peu visibles. L'endoderme est souvent doublé à l'extérieur d'une assise de cellules qui ont la même forme, mais sans cadres, et qui peuvent aussi bien se rattacher à la zone précédente.

Dans un jeune rameau contaminé, tel que celui dont la coupe est schématisée à la figure 3, et qui est tout à fait comparable au rameau de la figure 1 pour l'âge et le développement, on voit, par la seule comparaison des figures, que l'hypertrophie est considérable, et l'écorce prend une part importante à cette hypertrophie. Je vais passer en revue chaque région d'une manière détaillée.

On constate d'abord des modifications importantes de l'hypoderme. Nulle part on ne trouve de pseudo-fibres développées à la façon normale (Pl. IX, fig. 2 *hp*). Les cellules sont plus grandes et surtout plus dévéloppées dans le sens tangentiel qu'à l'état normal ; les parois peu épaisses sont colorées en rouge par le carmin aluné. Cependant dans certaines cellules on peut observer une mince lame interne colorée très faiblement en vert par le vert d'iode, et qui se rencontre comme lignifiée.

Ce fait est assez important : il montre que l'hypoderme qui, à l'état normal, n'est ni subérifié, ni lignifié, et qui ne joue par conséquent qu'un rôle protecteur assez secondaire, peut, sous l'influence du champignon, subir un commencement de modification qui le rend plus apte au rôle de protection.

La deuxième zone de l'écorce perd une grande partie de sa disposition régulière (Pl. IX, fig. 2, *cl*), sauf au voisinage des canaux sécréteurs. La forme des cellules reste à peu près la même, mais leur taille grandit jusqu'à atteindre le double et le triple de la taille normale, et parfois, dans les plus grandes cellules on voit intervenir des cloisonnements tangentiels comme dans le parenchyme sous-jacent ; enfin les parois restent minces. Somme toute, dans cette zone où, à l'état normal, il y a une tendance à la forme collenchymateuse, l'action d'un parasite a pour effet de maintenir les tissus plus près de la forme parenchymateuse, c'est-à-dire dans un état de moindre différenciation, accompagné d'hypertrophie.

Quant aux canaux résineux, leur sort est variable. Dans certains rameaux j'ai pu observer qu'ils n'avaient pas subi de modification appréciable ; toutefois la saillie qu'ils font aux angles de la tige est moins sensible (fig. 3) parce que, à la suite de l'hypertrophie générale de l'écorce, le rameau tend à passer de la forme triangulaire nette à la forme cylindrique. Dans d'autres rameaux les canaux sécréteurs ont subi un arrêt de développement ; les cellules sécrétrices restent à l'état de méristème plus ou moins avancé, et le méat central est souvent à peine indiqué. La subérification de l'assise protectrice se fait plus irrégulière et moins abondante, et l'on constate encore ici un retard dans le développement et un stade plus rapproché de l'état embryonnaire.

La troisième zone de l'écorce, la zone parenchymateuse proprement dite, présente le maximum de l'hypertrophie (Pl. IX, fig. 3, *ec*). Certaines cellules y atteignent une taille considérable, tout en gardant leurs parois minces et celluloso-pectosiques. La forme d'ailleurs en est très irrégulière. Plusieurs prennent des cloisons tangentielles. D'autres cellules plus petites sont entremêlées aux précédentes, surtout vers la partie

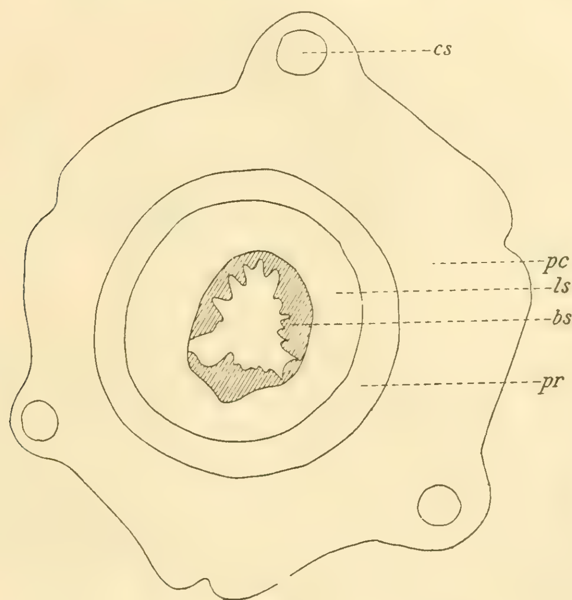


Fig. 3.

interne, au voisinage de l'endoderme. Elles correspondent vraisemblablement à la rangée extra-endodermique signalée plus haut ; mais comme tout ici est dans le désordre le plus extrême, il devient très difficile d'assigner une origine et une valeur exacte à certains éléments. On remarque encore ceci que les espèces de cloisons cellulaires qui marquaient à l'état normal le milieu des faces de la tige sont à peu près disparues, ou tout au moins à leur place on ne trouve que quelques cellules arrondies dispersées sans aucun ordre appréciable. Enfin on remarquera que les cellules de la troisième zone, qui ont à l'état normal une tendance à disparaître pour faire place à des lacunes irréguliers (*l*, Pl. IX, fig. 4), persistent dans le rameau

cécidie en se gorgeant de substances de réserves (ec) et cellules voisines (Pl. XI, fig. 3).

Quant à l'endoderme, il perd tout caractère spécial, et il cesse tout à fait d'être distinct. Les cellules n'affectent plus la disposition en rangée tangentielle régulière et elles évoluent vers la forme parenchymateuse de l'assise précédente et dès lors il n'y a plus de limite nette séparant l'écorce du cylindre central (Pl. IX, fig. 3, *ed*).

C. — *Périderme.*

L'assise subéro-phellodermique, chez le Genévrier, ne se forme pas dans le courant de la première année, au moins dans les rameaux principaux et dans l'axe. C'est au cours de la deuxième année qu'elle apparaît, et elle débute profondément, au voisinage de l'endoderne, de sorte que l'écorce est éliminée d'un seul coup.

J'ai fait voir que chez les *Cratægus* attaqués par les *Ræstelia* le périderme pouvait être supprimé complètement. Mais cette suppression, qui n'a dans ce cas aucun inconvénient puisque la cécidie est essentiellement passagère et n'atteint pas l'hiver, pourrait, chez le Genévrier, dont la cécidie est vivace, laisser sans protection les organes de l'hôte les plus nécessaires à la vie du Champignon. Aussi n'a-t-elle pas lieu, et j'ai pu constater chez des rameaux contaminés, nés latéralement sur une cécidie, que la formation du périderme avait lieu à la même époque que sur les rameaux normaux, c'est-à-dire dans le courant de la deuxième année.

Il se forme ensuite des péridermes successifs, à mesure que les plus anciens se stérilisent et cessent de fonctionner.

Les choses se passent donc pour les divers péridermes à la façon normale, au moins pour les tout premiers. Mais outre ces péridermes généraux, il y a de petits péridermes particuliers de cicatrisation qui se produisent au niveau des points d'émergence des sporanges. Ceux-ci, en effet, au moment où ils se développent, percent en maints endroits le périderme qui les recouvre ; arrivés à maturité, ils tombent en se désarticulant à la base et en laissant une surface nue, de forme ovale, recouverte seulement au début par la base des filaments téleu-

tosporifères, qui, serrés les uns contre les autres, forment une assise continue, assez semblable à un hyménium. Cette assise peut pendant un certain temps servir de couche protectrice et masquer la plaie laissée béante par la chute du sporange. Mais cette protection serait insuffisante pour la cécidie, et on ne tarde pas à voir les cellules du liber secondaires situées immédiatement au-dessous de la cicatrice, subérifier leurs parois sans modifier leur forme. Généralement plusieurs assises prennent part à la constitution de cette sorte de bouchon qui devient lenticulaire, et qui par la suite, au moment de la

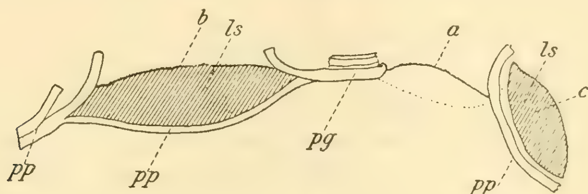


Fig. 4.

mortification des tissus externes, consécutive à la formation de périderme nouveau, tombera sous forme de croûte lenticulaire (fig. 4, *c*).

Mais ce tissu de cicatrisation n'est pas le seul qui se forme. Ordinairement les assises les plus extérieures de cellules libériennes secondaires qui sont en contact avec les cellules subérifiées les plus internes, se mettent à se diviser et constituent un petit périderme partiel, qui sur les bords de la plaie se met en rapport avec le périderme général, et achève la cicatrisation. Comme dans la région de la cécidie où naissent les sporanges ceux-ci sont très serrés les uns contre les autres, il en résulte que le périderme total est presque entièrement composé de ces péridermes partiels, le tout est éliminé pour la plus grande partie l'année suivante, par le fait des nouveaux péridermes partiels qui naissent sous les cicatrices causées par la chute des nouveaux sporanges.

D. — *Péricycle et liber primaire.*

Le péricycle du Genévrier est loin d'atteindre la complication que présentent certains péricycles d'arbres Dicotylé-

dones, en particulier de celui des *Cratægus*. Il reste parenchymateux, et ses cellules à l'état normal subissent quelques cloisonnements peu nombreux.

Dans la jeune cécidie on constate qu'à l'endroit où devrait se trouver le péricycle, il n'y a qu'un parenchyme uniforme qui ne se distingue pas de celui qu'on peut attribuer à la zone interne de l'écorce et à l'endoderme. Toutes ces régions ont subi les mêmes modifications, et sont occupées par des parenchymes à réserves nutrives (Pl. IX, fig. 3, *pr*).

Les mêmes remarques s'appliquent au liber primaire qui ne se distingue plus des tissus précédents.

E. — *Liber secondaire.*

L'ensemble des formations du liber secondaire du Genévrier constitue un anneau complet autour du bois. Cet anneau est divisé en un certain nombre de tranches radiales ou de compartiments par les rayons médullaires qui sont la continuation exacte de ceux du bois secondaire. Chacun des rayons du liber secondaire est constitué par une seule rangée de cellules, à parois minces, non lignifiées et allongées dans le sens radial (Pl. X, fig. 1, *rm*). Sur les coupes tangentielles, on peut constater que le nombre des cellules superposées constituant chaque rayon, n'est jamais bien grand : il varie en général de 3 à 10, et dépasse rarement ce dernier chiffre ; il se maintient de préférence aux environs de 4 à 6 (Pl. X, fig. 3, *rm*). Le contour des cellules est arrondi, de sorte que l'ensemble de la cellule se rapproche assez bien d'un cylindre plus ou moins régulier.

La distance tangentielle entre deux rayons médullaires voisins, observés sur la coupe transversale, ou, si l'on veut, la largeur des compartiments du liber, est essentiellement variable ; mais elle est toujours assez notable et comprend généralement six à dix rangées radiales d'éléments libériens, de sorte que les compartiments ou faisceaux peuvent être considérés comme assez larges (Pl. X, fig. 1, où le faisceau possède huit rangées radiales).

Dans chaque faisceau les éléments sont disposés avec une régularité remarquable, quasi-géométrique. Ce qui frappe

d'abord dans l'examen d'une coupe transversale, ce sont les fibres à section rectangulaire, à parois épaissies à peu près régulièrement et lignifiées. Lorsqu'elles sont âgées, leurs faces tangentielles sont souvent un peu concaves, et leur cavité se réduit quelquefois au point de ne plus former qu'une fente. Ces éléments de soutien forment des rangées concentriques, interrompues seulement au niveau des rayons médullaires. Les cercles qu'ils forment sont équidistants, car ils sont séparés par trois rangées concentriques de cellules, la médiane formée de parenchyme, les deux autres constituées uniquement par des tubes criblés. Toutes ces cellules ont une section transversale rectangulaire, et sont à peu près égales entre elles dans le jeune âge ; mais dans les portions plus âgées du liber, on voit que les cellules parenchymateuses prennent un contour arrondi en écrasant contre les fibres adjacentes les deux tubes criblés qui les bordent en dedans et en dehors (Pl. X, fig. 1, *cp* et *tc*).

Sur les coupes radiales on voit que les cellules du parenchyme libérien sont peu allongées, et terminées brusquement par des cloisons perpendiculaires à leur grand axe (Pl. X, fig. 2, *cp*). Les tubes criblés, *tc*, sont plus allongés et terminés ordinairement par des cloisons obliques (Pl. X, fig. 3, coupe tangentielle).

Dans la cécidie la région du liber secondaire présente les mêmes éléments que dans la tige normale, mais il intervient d'importantes modifications dans leur nombre, leur taille, leur forme et leur disposition.

Si d'abord l'on compare l'épaisseur du liber normal et celle du liber dans la cécidie, on constate que ce dernier, toutes choses égales d'ailleurs, est beaucoup plus épais. On peut déjà s'en rendre compte pour les rameaux encore jeunes, par la comparaison des figures 1 et 3 (dans le texte) où le liber est représenté en *ls*, les deux rameaux figurés étant comparables. D'autre part, en comparant le liber de la tige au-dessus et au-dessous de la cécidie, à celui de cette dernière région, on voit que l'hypertrophie est considérable et forme une bonne partie de l'excroissance produite par le champignon, et comme le bois est épaissi également à ce niveau, le cercle libérien s'agrandit d'autant.

Si nous passons maintenant à l'analyse des tissus, nous voyons que les rayons médullaires sont formés de cellules beaucoup plus larges (deux à trois fois), souvent plus longues, à contours plus irréguliers et comme boursouflées, surtout dans les portions âgées. Dans la région jeune, au voisinage du cambium, la régularité des cellules est beaucoup plus grande. Il arrive fréquemment que les rayons médullaires présentent deux rangées de cellules au lieu d'une, ce qui contribue à les élargir fortement. Mais ce qui est surtout frappant, c'est leur multiplication inusitée. En effet, tandis que dans le liber normal il n'est pas rare de voir jusqu'à dix rangées radiales d'éléments, situées côte à côte sans présenter de rayons médullaires, au niveau de la cécidie, il y a au plus trois ou quatre rangées de cellules entre deux rayons, et plus souvent il n'y en a qu'une ou deux (Pl. X, fig. 4 et 7, *rm*). Non seulement les rayons médullaires sont plus nombreux et plus larges, mais ils sont encore beaucoup plus hauts, et on y compte souvent de vingt-cinq à cinquante cellules superposées, et même davantage dans certains cas (Pl. X, fig. 6). On peut estimer approximativement que dans ces conditions, les rayons médullaires forment le tiers ou presque la moitié du volume total du liber, tandis que dans la structure normale, on peut admettre qu'ils en forment à peine le sixième.

Sur les coupes tangentielles et radiales, on voit aussi que le contour des cellules des rayons médullaires est moins régulièrement arrondi, que le diamètre des cellules est très inégal et qu'il y a souvent des vides entre elles, occupés par les filaments du mycélium.

Les rayons médullaires dans le liber ont pour rôle principal de faciliter la circulation dans le sens radial. Dans le cas du Genévrier, où la présence des rangées régulières et continues d'éléments de soutien fibreux, aussi peu conducteurs que possible, vient diviser le liber en cercles concentriques isolés les uns des autres, l'existence des rayons médullaires est rendue plus indispensable que dans tout autre cas, pour établir des communications rapides et faciles entre les diverses régions formées de cellules vivantes. Mais leur multiplication inusitée dans le liber de la cécidie ne s'expliquerait pas

suffisamment par cette seule nécessité. Il y a là une autre raison : c'est qu'en effet les cellules des rayons médullaires restent voisines de l'état parenchymateux simple et présentent une différenciation moins avancée que les fibres et les tubes criblés. Elles peuvent emmagasiner d'abondantes réserves, et comme elles sont voisines du champignon qui est toujours plus spécialement localisé dans le liber secondaire, elles peuvent par le fait même lui fournir une bonne réserve d'aliments. Leur multiplication rentre donc dans le cas général de l'hypertrophie des parenchymes que l'on constate à chaque pas dans l'étude des cécidies.

Les autres éléments du liber, au niveau de la cécidie, sont loin d'avoir conservé le bel ordre en séries radiales et concentriques qui caractérise l'état normal, chez le Genévrier et les autres Cupressinées. Encore assez régulièrement rangés au voisinage du cambium, ils ne tardent pas, à mesure qu'ils s'en éloignent, à présenter le désordre le plus complet (Comparer, dans la planche X, les fig. 4 et 7 à la fig. 1).

Quelques fibres peuvent se montrer aplaties de différentes façons ; mais dans un grand nombre de cas elles conservent leur contour quadrangulaire. Cependant ces contours sont souvent irréguliers, et les côtés ne sont pas rectilignes. La coupe transversale est carrée ou rectangulaire, et dans ce dernier cas les grands côtés sont dirigés dans le sens tangentiel, comme dans le liber normal, ou bien ils sont disposés dans le sens radial. Le diamètre est un peu plus développé que dans le liber normal, mais leur longueur m'a paru être la même dans les deux cas. Toutefois leur course longitudinale est plus sinueuse dans la cécidie, tandis qu'elle est presque rectiligne à l'état normal (Pl. X, fig. 8 *fl*).

L'atrophie ou la transformation des fibres libériennes en parenchyme n'est pas fréquente ; elle serait facile à constater par suite de l'alternance régulière des cellules constitutives du liber. On observe çà et là l'absence d'une fibre, comme par exemple en x (Pl. X, fig. 7), mais on n'assiste pas à cette modification complète du tissu de soutien si frappante dans les cécidies des *Rœstelia*, chez les *Cratægus*. La pérennité

de la cécidie du *Gymnosporangium* est sans doute la raison qui exige le maintien du sclérenchyme.

Les tubes criblés et les cellules parenchymateuses du liber sont ici encore disposés par groupes radiaux de trois, la cellule parenchymateuse occupant le milieu. Mais à très peu de distance du cambium, et beaucoup plus tôt que dans le liber normal, on voit cette dernière prédominer comme taille sur les tubes voisins. Plus on approche de la périphérie, plus cette inégalité s'accentue, en même temps que les points d'adhérence entre les éléments diminuent de largeur et que les espaces intercellulaires augmentent pour loger les filaments mycéliens qui deviennent de plus en plus nombreux.

D'autre part, la taille absolue des éléments augmente considérablement, surtout celle des cellules du parenchyme, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la figure 8 (Pl. X). Il est vrai que la longueur n'augmente pas dans les mêmes proportions que la largeur, parce qu'il intervient des cloisonnements transversaux qui multiplient le nombre des cellules. On a donc encore ici une hypertrophie considérable du parenchyme qui s'ajoute à celle des rayons médullaires.

F. — *Cambium.*

Lorsqu'on pratique des coupes transversales dans des tiges normales recueillies en hiver, par conséquent au moment du repos de la végétation et de l'arrêt des cloisonnements, on constate que la ligne de séparation du bois et du liber secondaires est une courbe très régulière.

Il n'en est pas de même au niveau de la cécidie prise à la même époque. La ligne de séparation des deux régions y est au contraire très irrégulière et comme brisée : il y a des sortes d'encoches de tissus non lignifiés alternant avec des trachéides bien développées. Ici encore la présence du champignon amène le désordre dans la formation des éléments (Pl. X, fig. 9) qui ne se différencient pas tous simultanément sur un même cercle. Certains paraissent subir un retard marqué surtout dans l'épaississement et la lignification des parois.

G. — *Bois secondaire.*

On sait que, d'une façon très générale, l'ensemble du bois secondaire constitue un cylindre dont le diamètre augmente avec l'âge de la tige par suite de la formation de couches annuelles constituées chacune par du bois de printemps et du bois d'automne. Les tiges du Genévrier se conforment à cette règle générale.

Les rayons médullaires, en continuation directe avec ceux du liber secondaire, et espacés comme eux (un peu moins toutefois, parce qu'ils vont en convergeant à mesure que l'on s'approche du centre), entrecoupent la masse du bois, et la divisent en paquets triangulaires, inégaux, mais assez larges. Les cellules des rayons sont allongées dans le sens radial; leurs parois épaissies ne sont lignifiées qu'en partie seulement, car la lame qui borde la cavité ne présente pas les réactions de la lignine. La hauteur des rayons est la même dans le bois que dans le liber et varie de deux à dix cellules, quelquefois même elle se réduit à une seule (Pl. XI, fig. 1 et 2).

Dans les compartiments limités ainsi par les rayons médullaires, on ne trouve, comme c'est la règle générale chez les Conifères, qu'une seule sorte de cellules, les trachéides, à la fois fibres et vaisseaux, jouant simultanément le rôle conducteur et le rôle de soutien. Ces trachéides allongées dans le sens de l'axe de la tige, sont aiguës aux extrémités, et montrent une section transversale quadrangulaire, passant du carré au rectangle. Les faces radiales seules portent des ponctuations aréolées (Pl. XI, fig. 6). Les trachéides sont disposées assez régulièrement en rangées radiales et en cercles concentriques, mais l'ordre est un peu moins régulier que dans le liber secondaire. Les parois sont épaissies et lignifiées, plus dans le bois d'automne que dans le bois de printemps, les proportions relatives des deux sortes de bois variant avec chaque année, et souvent aussi, dans chaque couche annuelle, avec le côté de la tige considéré.

Certaines trachéides, souvent réparties sans ordre, quelquefois cependant affectant la disposition en cercles assez réguliers et concentriques, conservent des parois relativement minces qui

ne subissent pas la lignification. D'ailleurs même les trachéides ordinaires montrent dans la lame la plus interne de leur paroi, celle qui borde immédiatement la cavité, une réaction ligneuse moins forte que le reste des parois, et quelquefois cette réaction est nulle.

Le bois, au niveau de la cécidie, semble affecté de modifications moins importantes que le liber; toutefois elles sont loin d'être négligeables. Les couches annuelles sont plus épaisses qu'à l'état normal, de sorte que le bois entre pour une portion dans l'hypertrophie de la région cécidiée. Bien que partout cette hypertrophie ne se fasse pas sentir également, on peut admettre que les couches annuelles du bois de la cécidie sont deux à trois fois plus épaisses que celles d'une région comparable prise en dehors. Cette épaisseur est due pour la plus grande partie à l'augmentation du nombre des trachéides sur un rayon donné. Le diamètre de ces éléments n'est pas augmenté dans la même proportion. Je n'ai pu arriver à établir cette proportion d'une manière suffisamment exacte, à cause de l'extrême variabilité du diamètre transversal des trachéides, même alors qu'elles sont prises dans une région restreinte.

Les parois des trachéides sont épaissies et lignifiées, à peu près comme dans les échantillons normaux. Toutefois la lame interne montre moins la réaction ligneuse que celle des trachéides normales. On rencontre aussi çà et là des éléments inachevés qui ont conservé leurs parois cellulosiques, au moins partiellement. Le bois d'automne est relativement moins développé que dans les échantillons normaux, j'ai même pu observer des couches annuelles où il manquait entièrement. Toutefois, dans ce cas, les trachéides qui correspondent au bois d'automne ont un diamètre un peu plus petit que celles du bois de printemps, mais leurs parois ne sont guère plus épaissies, de sorte que leur cavité conserve une taille notable (Pl. XI, fig. 3). Le plus ordinairement il se forme à l'automne quelques rangées de trachéides plus petites, aplaties radialement et à parois plus épaisses. Si dans certains cas le nombre des couches de trachéides d'automne arrive à être aussi grand que dans les échantillons normaux, la proportion par rapport

au bois de printemps reste toujours plus faible que dans les échantillons non cécidiés, parce que le bois de printemps présente à lui seul l'hypertrophie constatée plus haut dans les couches annuelles. Il en résulte donc que le bois d'automne dans la cécidie est toujours moins développé que dans le type, soit absolument parlant, soit relativement au bois de printemps.

Les ponctuations aréolées présentent aussi une légère modification dans le bois cécidié (Pl. XI, fig. 7) qui n'est visible que sur des coupes transversales ou tangentielles. On sait, en effet, qu'une ponctuation aréolée de Conifère vue en coupe optique représente une sorte d'espace lenticulaire, placé dans l'épaisseur des parois, sur la ligne de séparation des cellules. Cet espace est traversé par une mince membrane, qui n'est autre que la continuation de la lame intercellulaire pectique qui se trouve sur la ligne de séparation des trachéides. Cette mince paroi se renfle en sa portion médiane et forme une sorte de disque lenticulaire, qui se colore en rouge noirâtre par le carmin aluné ; ce disque est assez mince dans le bois ordinaire mais dans le bois cécidié il prend un développement transverversal beaucoup plus fort ; il est, lui aussi, hypertrophié.

Si on considère que les trachéides, au moins pendant la période de repos de la végétation, servent quelque peu à l'emmagasinement de réserves, que les trachéides d'automne jouent plutôt le rôle de soutien que le rôle conducteur et le rôle de réservoirs, leur cavité étant plus réduite par rapport à l'épaisseur de leurs parois, on concevra facilement que le bois d'automne soit peu utile au champignon et qu'ici comme dans les autres cas l'action du parasite ait pour effet de favoriser le développement du tissu conducteur pouvant servir à l'occasion de réservoir, au détriment du tissu de soutien le mieux approprié qui est le bois d'automne. Ce dernier devant être considéré comme plus différencié dans un certain sens que le bois de printemps, et plus éloigné de la forme parenchymateuse primitive, nous constatons ici encore un retard dans la différenciation et une tendance à la parenchymatisation des tissus, fait déjà constaté à maintes reprises. Toutefois ce retard est moins accentué que dans le bois des cécidies du *Cratægus*, parce que chez le Genévrier nous avons affaire à une cécidie pérennante

pour laquelle l'absence complète ou la trop grande réduction des appareils de soutien pourrait être nuisible en amenant la destruction de la cécidie elle-même, et dans ce bois nous assistons à la lutte entre deux nécessités contraires dont l'action se contrebalance, et la structure que l'on y observe est une sorte de résultante de l'action de ces deux influences contraires

Entre le bois d'automne d'une année et le bois de printemps de l'année suivante, la limite des couches annuelles est une ligne courbe très régulière, dans les échantillons non cécidiés; au contraire, dans la cécidie cette courbe est transformée en ligne brisée, plus ou moins irrégulière, ce qui correspond au fait déjà signalé plus haut de l'irrégularité du cambium.

Restent à examiner les rayons médullaires, et c'est ici que se rencontrent les modifications les plus profondes. En ce qui concerne le nombre, l'écartement, la largeur et la hauteur des rayons médullaires du bois, les modifications sont les mêmes que pour ceux du liber secondaire, les uns et les autres étant en continuité parfaite.

Il y a donc des rayons médullaires, plus nombreux, plus rapprochés, plus larges et beaucoup plus hauts dans le bois de la cécidie que dans le bois normal. Vus sur une coupe tangentielle (Pl. XI, fig. 4), les rayons médullaires forment aussi des lignes moins droites, parce que les trachéides auxquelles elles sont intercalées ont une course plus sinueuse que dans le bois normal. Le diamètre des cellules est un peu plus fort, les parois sont un peu moins épaisses, mais encore assez bien lignifiées, sauf dans la lame interne qui est purement cellulosique.

Cette multiplication des rayons médullaires du bois doit avoir sa raison d'être dans leur rôle de réservoirs des substances nutritives. Ils dérivent sans doute aussi dans le sens transversal et radial une forte partie du courant de la sève ascendante qui, il est vrai, n'étant point élaborée ne peut fournir au champignon des substances nutritives toutes formées, mais qui peut procurer au moins au mycélium une forte proportion d'eau nécessaire à sa végétation, et aussi peut-être des sels qui sont employés directement par celui-ci. Ce détournement

de matières premières est probablement la cause qui amène, mais à la longue seulement, la mort des tiges cécidiées.

H. — *Bois primaire et moelle.*

Je n'ai point observé de modifications importantes dans ces deux régions qui ont généralement atteint leur complet développement à l'époque de l'inoculation du Champignon.

I. — *Comparaison de la cécidie avec les portions de la tige situées au-dessus et au-dessous.*

Des coupes transversales sont pratiquées à cinq centimètres au-dessus et au-dessous du point où l'hypertrophie cesse d'être visible extérieurement. Au-dessous de la cécidie on constate d'une façon très nette que la formation du bois d'automne est favorisée et que souvent elle envahit toute la couche annuelle. Mais en dehors de ce fait tout paraît être à l'état normal.

Au-dessus de la cécidie on ne trouve pas cette sclérification spéciale, tout paraît s'y passer comme à l'état normal.

J. — *Rameaux atrophiés.*

Sur les cécidies il peut se former des rameaux latéraux dont certains sont hypertrophiés, comme on l'a vu plus haut, ce sont ceux qui nous ont servi à l'étude de l'action du Champignon sur les régions jeunes et les tissus primaires. Mais à côté des précédents se développent quelquefois d'autres rameaux dans lesquels, pour une cause que nous ignorons, le mycélium du parasite ne pénètre pas. Ces rameaux n'ont pas en général une végétation bien vigoureuse et leur vie n'est pas de longue durée. La figure 2 représente la coupe schématique d'un de ces rameaux latéraux qui peut être mise en parallèle avec la coupe d'un rameau normal comparable représenté à la figure 1. On voit que les angles sont moins prononcés, tandis que les rainures des faces le sont davantage.

L'épiderme a des parois plus minces que sur les échantillons normaux ; nulle part l'hypoderme n'épaissit ces parois. En dehors de ces deux caractères, il n'y a noter qu'une grande

réduction de la taille des canaux sécréteurs et de la plupart des régions de l'écorce et du cylindre central, sans déformations particulières.

K. — *Localisation du parasite et durée des cécidies.*

Dans les différentes cécidies de la tige que j'ai pu étudier j'ai constaté que toujours la région ligneuse secondaire entière présentait les caractères du bois cécidié. C'est donc toujours au cours de la première année du développement du rameau que le Champignon s'introduit chez son hôte et commence à exercer son influence. Le mycélium se localise d'abord, autant qu'on peut le présumer, dans l'écorce primaire qui offre à son développement un milieu favorable et se propageant peu à peu de l'intérieur à l'extérieur, il infecte successivement l'endoderme, le péricycle, le liber primaire, puis le liber secondaire. On sait que dans le courant de deuxième année de la végétation du rameau, la formation du périderme élimine à peu près toute l'écorce ; à cette époque le mycélium, âgé déjà d'un an, est localisé dans les tissus profonds et en particulier dans le liber secondaire. Ce sera là désormais son siège d'élection, car à mesure qu'il se formera de nouveaux péridermes, plus internes par rapport au premier, il y aura élimination des portions les plus âgées du liber secondaire et aussi élimination d'une partie du mycélium âgé.

Je n'ai point vu de traces de mycélium parasite dans le bois et je crois que les modifications observées dans cette région sont dues seulement à un changement dans la nutrition du cambium, et il est probable que le parasite ne franchit pas cette dernière zone. Il se tient même à une certaine distance à l'extérieur de celle-ci, au moins autant que j'ai pu en juger. Le parasite agirait donc à une certaine distance, soit en produisant des substances particulières, modifiant la vie cellulaire de l'hôte, soit en accaparant certaines substances nécessaires à la vie normale des cellules de ce dernier.

Toutefois sa présence n'est pas nuisible au point de tuer l'hôte en peu de temps. Il s'établit entre le mycélium et les tissus une sorte de consortium, d'association symbiotique comme chez les Lichens, qui peut se prolonger un grand

nombre d'années. J'ai en effet observé des cécidies volumineuses qui atteignaient une vingtaine d'années, et je ne crois pas invraisemblable qu'on puisse en observer de plus âgées. Il est probable cependant que l'action du Champignon finit par épuiser sinon l'hôte dans son entier, au moins le rameau cécidié, car on trouve assez fréquemment ces rameaux complètement morts et desséchés.

Mais il est une mort accidentelle pour ainsi dire, qui atteint assez fréquemment la cécidie et par là même le rameau qui la porte. On trouve, en effet, des axes porteurs de cécidies dont l'écorce (c'est-à-dire le liber secondaire, pour être plus exact) est entièrement rongée jusqu'au bois. Le dégât ne n'étend pas au delà de la cécidie; il faut reconnaître ici l'action d'un animal quelconque qui trouvant à son goût les réserves emmagasinées dans les tissus du Genévrier sous l'influence du Champignon, en profite pour sa propre nourriture. Rameau et cécidie, rongés jusqu'au cambium, ne tardent pas à périr. Je n'ai pu définir exactement quelle était la nature du second parasite, qui venait ainsi détruire les réserves du *Gymnosporangium*; mais je ne serais pas éloigné de croire que le Lapin et le Chevreuil soient les auteurs du méfait, car les cécidies ainsi rongées présentent tout à fait l'aspect des mangeures de ces animaux telles qu'on les observe trop souvent sur les écorces.

2. — CÉCIDIES DE LA FEUILLE.

On sait que la feuille du Genévrier présente une coupe transversale à peu près triangulaire (fig. 5) avec une face supérieure plane, montrant sur la plus grande portion de son étendu e de nombreux stomates. L'épiderme y est d'ailleurs fortement cutinisé. Sous l'épiderme, dans la moitié supérieure de la feuille, les cellules du parenchyme chlorophyllien sont irrégulières et présentent entre elles de nombreux méats, de sorte que l'ensemble a l'aspect d'un tissu lacuneux de feuille ordinaire. La moitié inférieure de la feuille est occupée par un parenchyme chlorophyllien en partie semblable au précédent, mais qui, au voisinage de l'épiderme inférieur, tend à prendre

la forme en palissades. Sur la ligne médiane se trouve un grand et unique canal sécréteur ; enfin l'assise hypodermique de la face inférieure est formée par une rangée de cellules à parois épaissies et lignifiées, qui s'étend jusque sur les bords de la face supérieure : au niveau du bord de la feuille cet hypoderme est doublé par une seconde rangée de cellules fibrifiées.

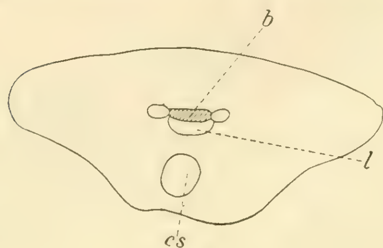


Fig. 5.

L'épiderme de la face inférieure, dépourvu de stomates, est couvert d'une cuticule assez épaisse. La cavité des cellules est oblitérée en grande partie par un épaississement notable de la face interne de la paroi ; cette lame se colore par le vert d'iode (Pl. IX, fig. 5, *ep*).

La méristèle qui se trouve dans le plan médian de la feuille parallèle aux faces, présente du bois à sa face supérieure, du liber à sa face inférieure, et elle est flanquée de chaque côté par un paquet de cellules partiellement lignifiées et munies de ponctuations aréolées.

Les feuilles contaminées que j'ai pu étudier provenaient toutes de rameaux contaminés eux-mêmes, car, comme je l'ai dit plus haut, je n'ai pas trouvé de feuilles présentant les premiers stades de développement du *Gymnosporangium clavariæforme*. Ces feuilles sont envahies dès leur jeune âge par le mycélium provenant des rameaux sur lesquels elles naissent ; aussi les modifications, se faisant sentir sur des tissus très jeunes sont-elles profondes. La base des feuilles paraît d'ailleurs plus fortement attaquée et modifiée que le sommet ou même que la partie moyenne ; c'est qu'en effet le mycélium ne s'aventure pas très loin dans la feuille et l'action à distance ne paraît pas aussi intense que l'action immédiate. La portion de la feuille cécidiée est moins colorée en vert, elle est presque jaunâtre, épaisse, charnue, et le contour d'une coupe pratiquée à ce niveau est ovale et non triangulaire. (Comparer la figure 6 à la figure 5.)

L'épiderme supérieur ne présente pas de stomates, alors

qu'ils sont si nombreux à l'état normal. Sa membrane est cutinisée à l'extérieur, mais on n'y voit point d'épaississement interne comblant la cavité de la cellule, et celle-ci reste notable. L'épiderme inférieur ressemble beaucoup à l'épiderme supérieur.

L'hypoderme existe sur tout le pourtour, mais il est profondément modifié. Rarement il présente des cellules à parois épaissies comme l'hypoderme normal, et jamais dans ce cas les parois ne sont lignifiées; le plus souvent elles restent minces; la taille de la cellule s'agrandit (*hp*, Pl. XI, fig. 5), son contour s'arrondit et tend à se rendre libre des cellules voisines. En somme, hypertrophie fréquente et arrêt de différenciation des cellules, tel est le résumé des modifications de cette assise.

Le canal sécréteur persiste ordinairement, mais son calibre diminue souvent de moitié et même plus; quelquefois même il s'arrête à un état de développement très peu avancé, si bien que le méat central commence à peine à se montrer. Les cellules sécrétrices (*cs*, Pl. XI, fig. 5) sont plus arrondies qu'à l'état normal.

Tout le parenchyme du mésophylle hypertrophie assez fortement ses cellules, et de grandes méats se font jour entre elles. Ce parenchyme tend à prendre l'aspect de celui de l'écorce des tiges cécidiées et la tendance à la disposition en palissades disparaît (*ms*, Pl. XI, fig. 5, comparer avec *tp*, Pl. XI, fig. 5).

Enfin la méristèle réduit son volume de plus de moitié, mais les éléments y restent à peu près normaux, quoique diminués beaucoup de nombre (comparer la figure 6 à la figure 5).

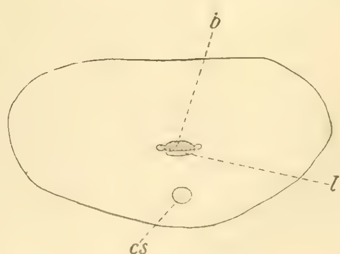


Fig. 6.

Si l'on pratique des coupes à un niveau plus élevé, vers la mi-hauteur ou le sommet de la feuille cécidiée on trouve des états intermédiaires entre la structure de la cécidie pure et celle des feuilles non contaminées. La figure 6 (Pl. IX) montre un de ces états intermédiaires pour la partie de la coupe avoisinant le canal

sécréteur. Il est à remarquer que les cellules de l'hypoderme à ce niveau ont des parois épaissies, mais non lignifiées.

La localisation du parasite dans la feuille ne paraît pas restreinte ; elle s'étend à tout le mésophylle, sauf à l'hypoderme et à la méristèle. Ce sont donc les tissus les plus proches de la forme parenchymateuse qui sont encore ici attaqués, et les méats de différenciation se font encore voir avec une netteté, remarquable (hypoderme, stomates).

II. — CÉCIDIES DU GYMNOSPORANGIUM JUNIPERINUM.

Le *G. juniperinum* est la forme téleutosporifère du *Ræstelia cornuta* et du *R. penicillata*, forme écidienne qui se développe sur un certain nombre d'arbres du groupe des Pomacées, appartenant en particulier aux genres *Pirus*, *Malus* et *Sorbus*. Les cécidies de ces arbres, qui ont été étudiées dans un travail précédent, mûrissent vers le mois de juin et de juillet, et c'est à cette époque que les Genévriers sont contaminés. Cependant les téleutospores ne se forment et ne mûrissent qu'au printemps suivant, à peu près en même temps que celles du *G. clavariæforme*, c'est-à-dire à la fin d'avril ou au commencement de mai. Cette espèce présente donc dans son cycle évolutif à peu près les mêmes particularités que sa congénère. Nous trouverons cependant, dans l'étude de ses cécidies, quelques caractères intéressants qui la distingueront au point de vue de son action sur son hôte.

1. — CÉCIDIES DE LA TIGE.

Nous examinerons seulement les déformations produites dans le liber et le bois secondaire, les plus importantes et les seules qui méritent une mention.

A. — *Liber secondaire.*

Le liber secondaire subit une hypertrophie, qui pour n'être pas aussi considérable que celle qui est produite par le *G. clavariæforme*, n'en est cependant pas moins importante. Les

modifications produites dans les divers éléments du liber sont aussi quelque peu différentes.

L'augmentation du nombre des rayons médullaires est encore un fait facilement constatable dans le cas présent, au moins dans certaines régions ; mais il est des points où cette augmentation n'a pas lieu, et où les rayons médullaires sont aussi espacés qu'à l'état normal. La largeur des rayons est plus grande, mais elle tient surtout à la dilatation tangentielle des cellules qui les composent, car il est rare de voir ces cellules se disposer sur deux ou trois rangées. Leur hauteur est aussi beaucoup moins grande que dans la cécidie précédente et il est fréquent de rencontrer des rayons qui n'ont pas plus de six cellules de hauteur. Vers la périphérie, c'est-à-dire dans les portions âgées du liber, les rayons médullaires se dilatent beaucoup et prennent une part importante, sinon prépondérante à la formation de l'hypertrophie.

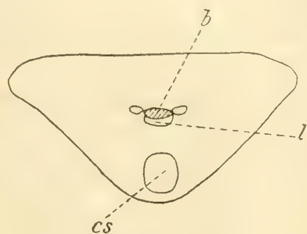


Fig. 7.

Les fibres libériennes, avec le parenchyme et les tubes criblés, affectent au voisinage du cambium une disposition régulière encore assez voisine de l'ordre normal : mais le désordre se fait beaucoup plus vite que dans la cécidie du *G. clavariæforme*, et il est beaucoup plus accentué surtout à la périphérie. Les fibres peuvent dans un petit nombre de cas ne pas se différencier complètement et rester alors à l'état de parenchyme. On voit en effet çà et là des îlots peu considérables en être tout à fait dépourvus, ou bien des rangées radiales isolées, n'en point présenter sur une certaine étendue. Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent : la fibre se différencie le plus ordinairement. Toutefois la taille reste plus petite qu'à l'état normal et il y a toujours un commencement d'atrophie (Pl. XI, fig. 8).

Les tubes criblés sont les éléments les plus sacrifiés du liber cécidié ; généralement écrasés de bonne heure entre la cellule de parenchyme qui s'hypertrophie et la fibre voisine,

ils disparaissent, ou bien même ils ne se développent pas du tout, et l'on trouve fréquemment des rangées radiales où les éléments parenchymateux alternent régulièrement avec les fibres sur une certaine étendue, sans intercalation de tubes criblés.

En somme, ce sont les cellules du parenchyme qui avec celles des rayons médullaires finissent par prendre le dessus en se dilatant fortement ; à la périphérie on ne voit plus qu'un parenchyme fortement lacuneux, à cellules irrégulières et dispersées sans ordre, dans lequel serpentent çà et là des fibres isolées les unes des autres et se faisant de plus en plus rares. En résumé, bien que par quelques détails ce liber paraisse différer de celui des cécidies du *G. clavariæforme*, il n'en est pas moins vrai que le résultat général est le même, c'est-à-dire que les tissus de parenchyme dominent d'une façon tout à fait particulière en s'hypertrophiant et en se transformant en réserves nutritives, tandis que les tissus de soutien et le tissu conducteur s'atrophient à des degrés divers.

B. — *Bois secondaire.*

Le bois secondaire est, lui aussi, fortement modifié. En ce qui concerne les rayons médullaires on trouve les mêmes caractères que dans les rayons du liber, les uns faisant suite aux autres. Il y a cette seule différence que dans le bois les cellules sont lignifiées, tandis que dans le liber elles ne présentent pas trace de lignine. La lame interne des cellules des rayons médullaires du bois reste cependant sans incrustation et se colore nettement en rose par le carmin aluné.

Dans les compartiments les trachéides affectent un ordre et une forme très irréguliers. La coupe transversale de ces éléments est encore quadrangulaire dans la plupart des cas, mais les carrés et les rectangles sont ordinairement déjetés et déformés, et souvent on observe des formes approchant du losange. Les cercles concentriques d'ailleurs ne sont plus aussi régulièrement disposés. Le désordre plus grand constaté dans les éléments libériens se fait donc voir aussi dans le bois. La lignification a cependant encore lieu d'une façon à peu près normale.

Le bois n'est pas hypertrophié ; il aurait plutôt une certaine tendance à s'atrophier et à subir un retard dans son développement. Le bois d'automne est peu abondant, souvent il ne s'en forme qu'une ou deux assises chaque année, mais sur certains points il arrive à prédominer dans la couche annuelle aux dépens du bois de printemps (Pl. XII, fig. 4).

C. — *Bois primaire et moelle.*

Ces deux régions ne m'ont pas offert de modifications sensibles, ce qui s'explique par ce fait que leur différenciation est à peu près achevée au moment de l'invasion du Champignon.

2. — CÉCIDIES DE LA FEUILLE.

Il n'est pas rare de voir des feuilles de Genévrier contaminées isolément par le *G. juniperinum*. Au moment de la fructification du Champignon, elles portent un ou deux sporanges, bruns ou jaunâtres, plus ou moins globuleux, qui fortement gonflés par l'humidité peuvent atteindre un diamètre de 2 à 3 millimètres.

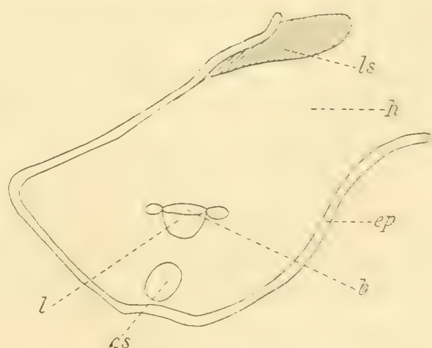


Fig. 8.

En dehors de la présence du sporange, rien dans la forme extérieure de la feuille ne vient déceler l'action du parasite, car l'hypertrophie est très peu marquée : elle se voit mieux au microscope sur des coupes transversales (fig. 8). Cette hypertrophie est localisée à la région de la feuille qui se trouve en dessous du sporange et qui forme une portion fortement bombée vers l'extérieur. Le sporange fait toujours saillie sur la face supérieure de la feuille : et dans tous les cas observés, son éruption se fait sur un des côtés, et non sur la ligne médiane. La première année du développement

du Champignon, on voit tous les filaments fructifères aboutir côte à côte au-dessous de l'épiderme supérieur sur une petite région ovale et y constituer un véritable hyménium continu; puis le développement de cet hyménium soulève l'épiderme qui finit par se rompre suivant une ligne longitudinale, les spores germent ensuite sur le sporange lui-même, puis la moyenne partie de ce dernier disparaît et il ne reste que les bases des filaments, très serrées les unes contre les autres, probablement cutinisées, et constituant un premier organe de protection recouvrant la blessure produite par l'éruption du sporange. Mais cette protection serait insuffisante dans la mauvaise saison, et il se forme alors une couche de liège aux dépens de cellules de l'hôte sous-jacentes à l'hyménium; ce liège est un véritable tissu de cicatrisation. C'est sous cette couche de liège qu'au printemps suivant se formera un nouvel hyménium, qui viendra au jour en déchirant la couche protectrice. J'ai pu observer des feuilles où la couche de liège était double et exfoliée; il y avait donc eu pendant trois années de suite production de spores. Je n'en ai observé dans aucun cas un plus grand nombre de fructifications successives, mais cela suffit à démontrer que le mycélium du *G. juniperinum* des feuilles est pérennant et polycarpique.

Si nous passons maintenant aux modifications produites par le Champignon dans le structure de la feuille, nous constatons des changements assez notables dans les tissus de cet organe. L'épiderme supérieur qui à l'état normal présente un grand nombre de stomates que sur une coupe transversale on voit très rapprochés les uns des autres, et séparés ordinairement pas une seule cellule, sont, sur la feuille cécidiée, beaucoup plus rares et plus écartés, au moins dans le voisinage du point habité par le Champignon. Ils peuvent redevenir plus nombreux et plus serrés à mesure qu'on s'éloigne du point cécidié. Sur la face inférieure de la feuille, l'épiderme paraît peu modifié, et même souvent il ne subit pas de changements appréciables (Pl. XII, fig. 1 et 2).

L'hypoderme fait défaut, comme on le sait, dans toute la région stomatifère de la face supérieure, et comme cette dernière est la portion qui a le plus à souffrir à l'attaque du

Champignon, il en résulte que l'hypoderme pris dans son ensemble se trouve moins exposé que les autres tissus. On trouve, en effet, qu'il reste tout à fait indemne : ses cellules s'épaississent et se lignifient à la façon ordinaire. Le mésophylle de la face supérieure de la feuille qui à l'état normal est un parenchyme assez lacuneux dont les lacunes sont des sortes de méats arrondis et dilatés (Pl. XII, fig. 1), est sensiblement modifié. Les cellules, au lieu d'être à peu près isodiamétriques, s'allongent perpendiculairement à la surface, surtout dans la portion où le mycélium a le plus de développement, c'est-à-dire au-dessous du point d'émergence du sporange, et aussi sur les côtés (Pl. XII, fig. 2 et 3). Immédiatement sous l'hyménium, les cellules sont plus courtes et presque arrondies (fig. 3). On pourrait croire qu'on a ici une transformation du tissu lacuneux normal en tissu palissadique et il semble qu'il y aurait là quelque apparence de vérité ; mais on sait que, d'une façon générale, chez les parenchymes cécidiés l'allongement des cellules dans le sens perpendiculaire aux surfaces libres est fréquent.

Si on se reporte aux modifications produites par les *Ræstelia* sur les feuilles du *Sorbus Aucuparia*, on verra que la modification du tissu lacuneux se fait exactement dans le même sens ; il y a ici cette seule différence que chez le *S. Aucuparia* le tissu lacuneux se trouve à la face inférieure de la feuille, c'est-à-dire en position normale, tandis que chez le Genévrier, il est à la face supérieure de la feuille, ce qui est exceptionnel.

Toutefois on pourrait peut-être assimiler au tissu en palissades ce tissu lacuneux ainsi modifié. On sait, en effet, que la disposition des cellules chlorophylliennes en palissades peut jusqu'à un certain point mettre obstacle à une transpiration trop forte et l'on constate que plus une plante est xérophile et surtout héliophile, plus elle développe ce tissu. Cette idée, basée sur l'observation et l'expérimentation, pourrait nous porter alors à cette conclusion que le Champignon donne à la plante cécidiée, au moins dans la région qu'il habite spécialement, une trop grande perte d'eau. De là résulterait, au moins une disposition qui empêche partiellement, cette turgescence

considérable et cette hypertrophie facilement constatable dans les tissus attaqués.

La mésophylle de la face inférieure, qui déjà à l'état normal a tendance à former des palissades (Pl. IX, fig. 5) exagère cette disposition par suite de l'action du Champignon, et l'on voit ordinairement plusieurs assises de cellules assez fortement hypertrophiées se superposer et se disposer perpendiculairement à la face inférieure. D'ailleurs il faut noter que dans tout le parenchyme du mésophylle les cellules ont relativement peu de points de contact entre elles, et que de nombreuses lacunes irrégulières les séparent, dans lesquelles circulent les filaments du parasite.

Quant au canal sécréteur, son sort m'a paru variable avec différentes feuilles, et probablement il y a ici un rapport entre son développement et l'époque de l'invasion du Champignon. D'une façon générale le calibre du canal sécréteur est toujours moindre dans les feuilles écidiées que dans les feuilles normales. Mais la réduction est variable. Il arrive quelquefois à être très petit ; parfois même il manque entièrement. Je n'ai pu dans ce cas définir s'il y avait avortement dans le développement, ou disparition par compression des tissus voisins. J'ai observé ce dernier cas avec beaucoup de netteté dans certaines coupes, mais il serait téméraire d'affirmer qu'il en soit toujours ainsi. La position du canal sécréteur peut aussi varier. Ordinairement il reste assez voisin de l'épiderme inférieur, ce qui est d'ailleurs sa position normale. Mais j'ai pu observer des cas où il s'en éloigne beaucoup par suite du développement entre son bord externe et l'épiderme de plusieurs assises de cellules en palissades. Dans ce cas, le canal sécréteur se résorbait.

La méristèle subit d'une façon générale une légère hypertrophie qui porte surtout sur le liber ; mais il n'y a pas de modification de forme qui soit importante, sauf sur un point : la ligne de fibres plus ou moins lignifiées qui borde la face dorsale du liber est transformée en parenchyme à peu près semblable au mésophylle.

Localisation du Champignon.

On constate la présence du mycélium dans tout le mésophylle, aussi bien à la face supérieure qu'à la face inférieure. Je n'en ai pas observé de traces dans la méristèle. Étant donné que le mycélium est répandu partout dans la feuille, la sortie constante du sporange par la face supérieure, s'explique sans doute par l'absence d'hypoderme à ce niveau, ce qui constitue une zone de plus faible résistance. Toutefois il faut remarquer aussi que dans le *Sorbus Aucuparia*, comme dans la plupart des feuilles attaquées par des formes écidiennes, l'éruption des écidies a lieu par la face inférieure, c'est-à-dire celle qui correspond au parenchyme lacuneux.

Dans le cas du Genévrier, le parenchyme lamineux se trouvant à la face supérieure de la feuile, c'est de ce côté aussi que se fait la sortie du sporange. Il y a là une règle assez générale pour l'ensemble des Urédinées, mais qui n'est pas sans présenter de nombreuses exceptions.

CONCLUSIONS

L'étude comparative des cécidies produites sur le Genévrier (*Juniperus communis*) par les *Gymnosporangium clavariæforme* et *juniperinum* amène l'observateur aux conclusions suivantes :

1° Les deux parasites bien que différant spécifiquement, présentent beaucoup de points communs dans leur manière d'agir à l'égard de l'hôte, et les réactions des tissus de ce dernier, bien que diverses par certains détails, sont fondamentalement les mêmes.

2° Une des principales modifications consiste dans l'hypertrophie et la déformation des tissus de parenchyme. L'hypertrophie a pour résultat la formation du renflement qui rend visible la cécidie extérieurement, même en dehors de l'époque de la fructification du Champignon.

La déformation des tissus de parenchyme est due en grande partie au développement du mycélium parasite qui s'insinue

dans les espaces intercellulaires préformés, et creusés par lui.

L'hypertrophie et la déformation s'étendent aussi, mais d'une façon moins nette et moins constante, aux tissus constituant le bois secondaire, au moins dans le cas du *Gymnosporangium clavariæforme*. Dans les cécidies du *G. juniperinum* il y a plutôt atrophie du bois.

3° Les tissus de soutien sont quelque peu diminués, mais en général leur atrophie n'est pas très sensible.

4° Les tissus protecteurs se développent comme à l'état normal.

5° Le tissu sécréteur subit des modifications variables.

6° Le phénomène de la parenchymatisation, si marqué dans bon nombre de cécidies, paraît l'être moins dans le cas présent.

7° Enfin la localisation du mycélium se fait, pour les feuilles, dans le mésophylle parenchymateux, et, pour la tige, principalement dans le liber secondaire.

Si maintenant l'on essaie de comparer la manière d'agir du mycélium des *Gymnosporangium*, c'est-à-dire de la phase de la vie du Champignon qui aboutit à la formation des téleutospores, à celle du mycélium des *Ræstelia*, c'est-à-dire de la phase qui aboutit à la formation des spermogonies et des écidies, on ne peut s'empêcher d'être frappé tout d'abord par la grande différence qu'on observe dans les cécidies produites.

1° Les *Gymnosporangium* et leurs cécidies sont vivaces et polycarpiques, alors même qu'ils fructifient sur les feuilles du Genévrier, tandis que les *Ræstelia* sont annuels et monocarpiques, alors même qu'ils se développent sur des organes destinés à vivre plusieurs années, comme les tiges d'Aubépine.

L'action du *Ræstelia* est mortelle pour l'organe attaqué : si celui-ci est vivace ; tandis qu'il s'établit une symbiose de plus longue durée entre le mycélium des *Gymnosporangium* et les tissus des Genévriers. On constate aussi que les modifications produites par les *Ræstelia* dans les tissus de leurs hôtes sont plus profondes et plus étendues.

Il y a surtout à noter l'arrêt du développement du cambium et une parenchymatisation du tissu de soutien et du tissu

conducteur qui sont probablement la cause de la mort rapide des parties infestées.

Faut-il attribuer ces faits à une nocivité plus grande du mycélium du *Rœstelia*, ou à un moindre degré de résistance de ses hôtes. Les faits observés jusqu'à présent ne permettent pas de décider encore de la question.

LÉGENDES DES FIGURES DU TEXTE

Fig. 1. — Schéma de la coupe transversale d'une jeune tige de Genévrier normal. — *cs*, canal sécréteur; *cl*, collenchyme; *pc*, parenchyme cortical lacuneux; *end*, endoderme ; *pr*, péricycle et liber primaire ; *ls*, liber secondaire ; *bs*, bois secondaire.

Fig. 2. — Schéma d'un rameau atrophié; mêmes lettres.

Fig. 3. — Schéma d'un rameau cécidié; mêmes lettres.

Fig. 4. — Mécanisme de la cicatrisation des sporanges. — *a*, place d'un sporange récemment tombé : la subérification n'a pas encore eu lieu; *b*, place d'un sporange de l'année précédente, tout est subérifié, et il y a un périderme particulier *pp*, qui rejoint le périderme général *pg* ; *c*, place d'un sporange plus ancien, la lentille subérifiée se détache et tombe laissant à nu le périderme particulier *pp* ; *ls*, lentilles subérifiées.

Fig. 5. — Schéma de la coupe transversale d'une feuille normale. — *cs*, canal sécréteur ; *b*, bois ; *l*, liber.

Fig. 6. — Schéma de la coupe transversale d'une feuille cécidiée ; mêmes lettres.

Fig. 7. — Schéma de la coupe d'une feuille cécidiée, dans sa partie non envahie par le Champignon ; mêmes lettres.

Fig. 8. — Schéma de la coupe transversale d'une feuille cécidiée après la formation du sporange de la troisième année. — *cs*, canal sécréteur ; *l*, liber ; *b*, bois; *ep*, épiderme ; *h*, place du sporange ; *ls*, lentille subérifiée, soulevée par le développement du sporange.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE IX

Cécidies du *Gymnosporangium clavariæforme*.

Fig. 1. — Portion externe d'une jeune tige de *Juniperus communis* normal. — *ep*, épiderme ; *hp*, hypoderme ; *cl*, collenchyme ; *pc*, parenchyme cortical.
Fig. 2. — La même région dans un rameau cécidié ; mêmes lettres.
Fig. 3 et 4. — Région interne de l'écorce, endoderme, péricycle et liber d'un rameau cécidié (fig. 3) et d'un rameau normal (fig. 4). — *ec*, écorce ; *l*, lacune ; *ed*, endoderme ; *pr*, péricycle ; *l*, liber ; *rm*, rayon médullaire ; *fl*, fibre libérienne.
Fig. 5. — Coupe transversale d'une feuille normale de Genévrier, au niveau de la face inférieure. — *cs*, canal sécréteur ; *tp*, tissu en palissades ; *hp*, hypoderme ; *ep*, épiderme.
Fig. 6. — Même région d'une feuille cécidiée à la base, mais non au sommet ; portion non cécidiée. (La portion cécidiée est représentée à la pl. XI, fig. 5.)

PLANCHE X

Cécidies du *Gymnosporangium clavariæforme*.

Fig. 1. — Coupe transversale du liber secondaire normal de Genévrier à petite distance du cambium. — *rm*, rayon médullaire ; *tc*, tube criblé ; *fl*, fibre ; *cp*, parenchyme.
Fig. 2. — Coupe radiale ; mêmes lettres.
Fig. 3. — Coupe tangentielle ; mêmes lettres.
Fig. 4. — Coupe transversale du liber cécidié, comparable à la figure 1, même planche ; mêmes lettres.
Fig. 5. — Coupe radiale du même, comparable à la figure 2 ; mêmes lettres.
Fig. 6. — Coupe tangentielle du même ; comparable à la figure 3 ; mêmes lettres.
Fig. 7. — Prolongement de la figure 4, montrant quelques détails particuliers.
Fig. 8. — Coupe tangentielle du liber à la périphérie, montrant le maximum des déformations.
Fig. 9. — Coupe transversale au niveau du cambium, au moment de l'arrêt de la végétation. — *rm*, rayon médullaire ; *tr*, trachéide.

PLANCHE XI

Cécidies des *G. clavariæforme* et *juniperinum*.

Fig. 1. — Coupe transversale du bois secondaire du Genévrier normal. — *rm*, rayon médullaire ; *p*, bois de printemps ; *a*, bois d'automne.
Fig. 2. — Coupe tangentielle du même. — *rm*, rayons médullaires ; *tr*, trachéides.
Fig. 3. — Coupe transversale du bois cécidié, comparable à la figure 1.
Fig. 4. — Coupe tangentielle du même, comparable à la figure 2.

Fig. 5. — Coupe transversale d'une feuille de Genévrier cécidiée, comparable à la figure 5, planche IX. — *cs*, canal sécréteur.

Fig. 6. — Coupe transversale de ponctuations aréolées normales. — *c*, paroi médiane de la ponctuation.

Fig. 7. — La même dans le bois cécidié.

Fig. 8. — Coupe transversale du liber secondaire du Genévrier cécidié par le *G. juniperinum*. — *rm*, rayon médullaire ; *cp*, parenchyme libérien ; *fl*, fibre. (Comparable aux fig. 4 et 7 de la pl. X.)

PLANCHE XII

Cécidies du *Gymnosporangium juniperinum*.

Fig. 1. — Coupe d'une feuille normale de Genévrier ; région de la face supérieure. — *ep*, épiderme ; *st*, stomates ; *cp*, parenchyme lacuneux ; *m*, méat.

Fig. 2. — Même région dans une feuille cécidiée.

Fig. 3. — Coupe transversale d'une feuille cécidiée au niveau du point d'émergence du sporange. — *ep*, épiderme ; *cp*, parenchyme du mésophylle ; *la*, liège ancien formé au-dessous du premier sporange : *ln*, liège plus récent formé au-dessous du second sporange. (Le premier sporange a exfolié l'épiderme.)

Fig. 4. — Coupe transversale du bois secondaire d'une tige cécidiée par le *G. juniperinum*. — *rm*, rayon médullaire ; *tr*, trachéides. (Comparable à la fig. 3, pl. XI.)

Fig. 5. — Coupe tangentielle du même ; mêmes lettres.

Fig. 6. — Coupe tangentielle du liber (comparable aux fig. 5 et 8, pl. X). — *rm*, rayon médullaire ; *tc*, tube criblé ; *cp*, cellules du parenchyme ; *fl*, fibre.

TABLE DES ARTICLES

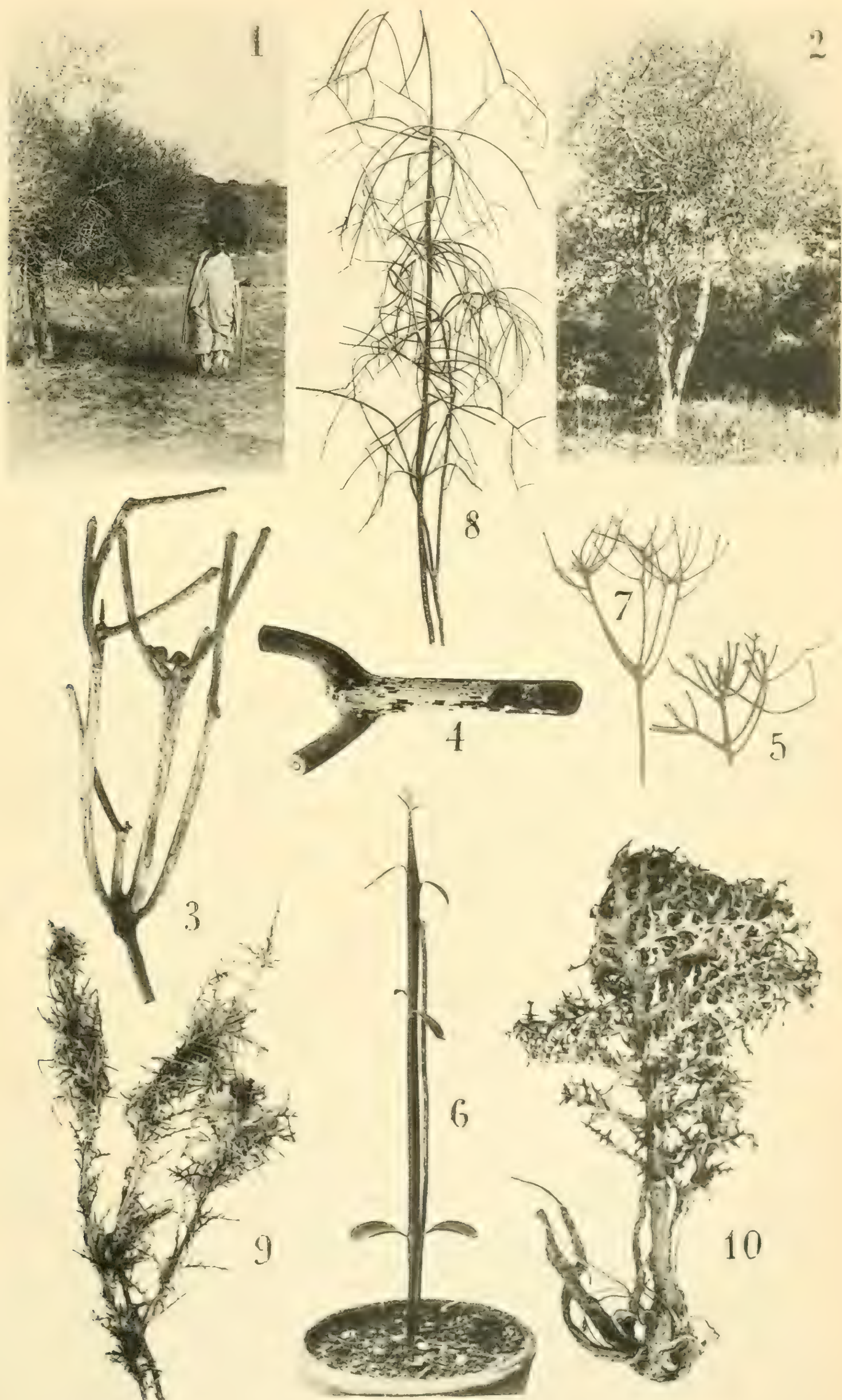
CONTENUS DANS CE VOLUME

TABLE DES PLANCHES ET DES FIGURES DANS LE TEXTE

CONTENUES DANS CE VOLUME

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS

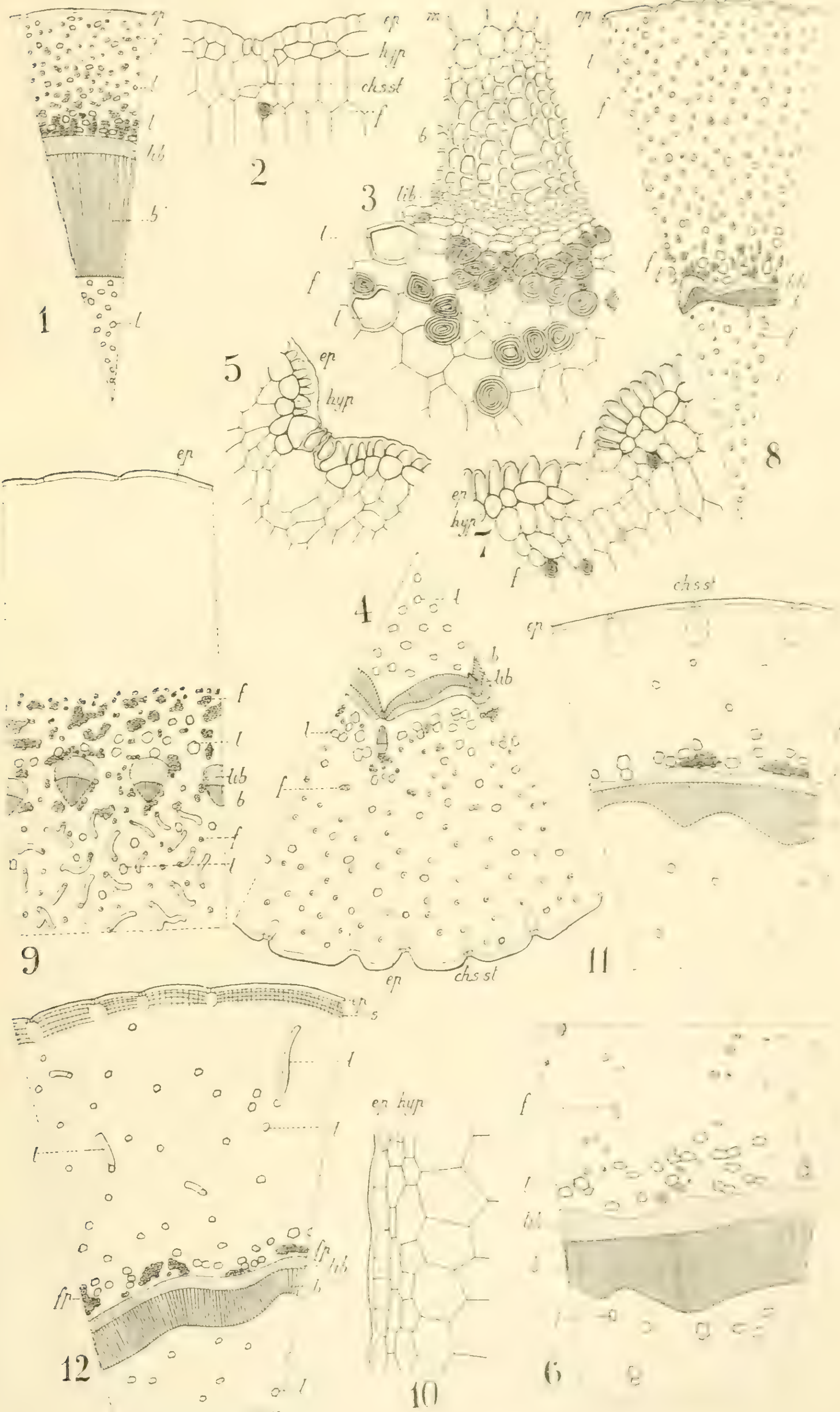


Costantin et Galland, phot. Phototypie Berthaud, Paris

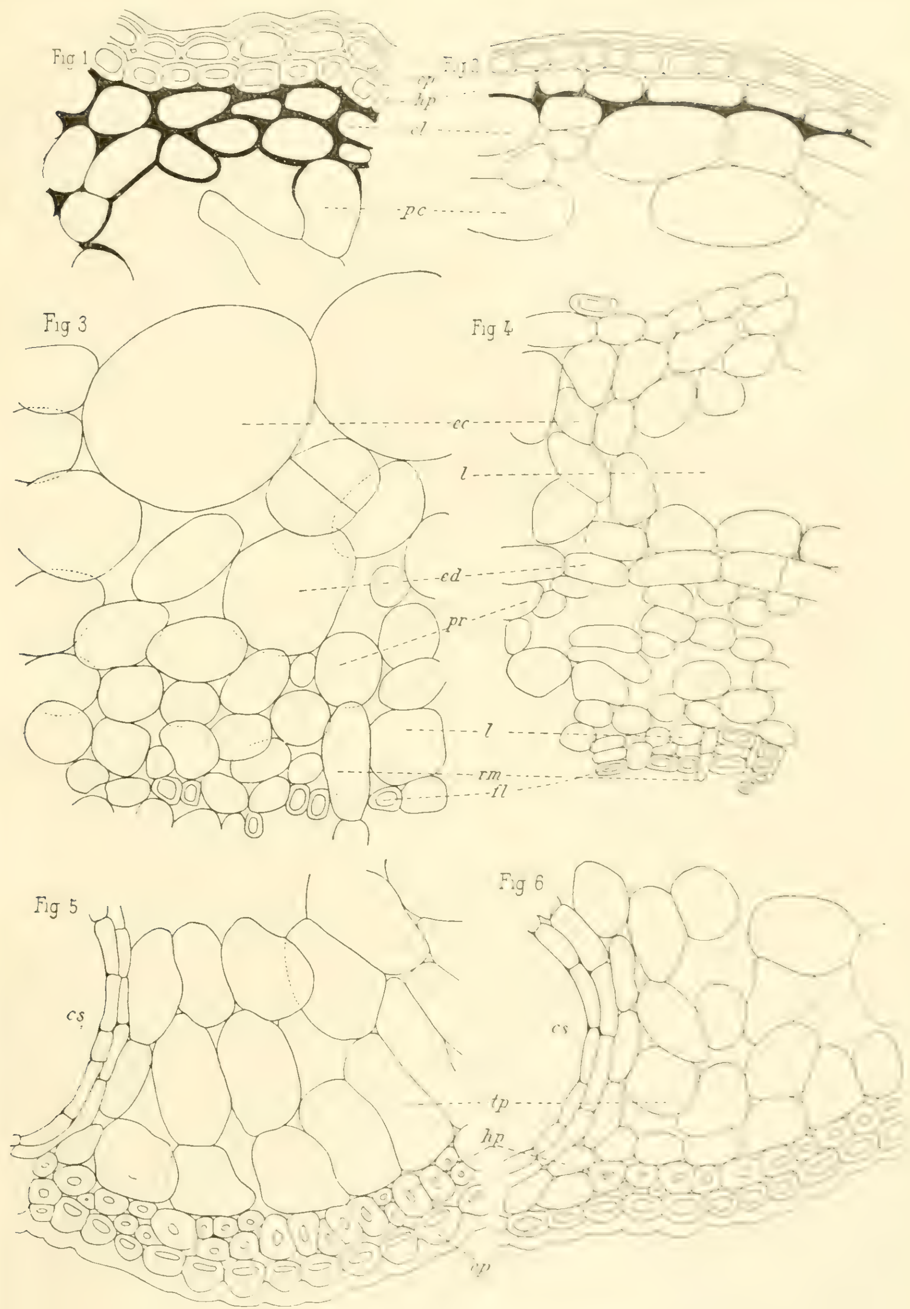


Costantin et Gallaud, phot.

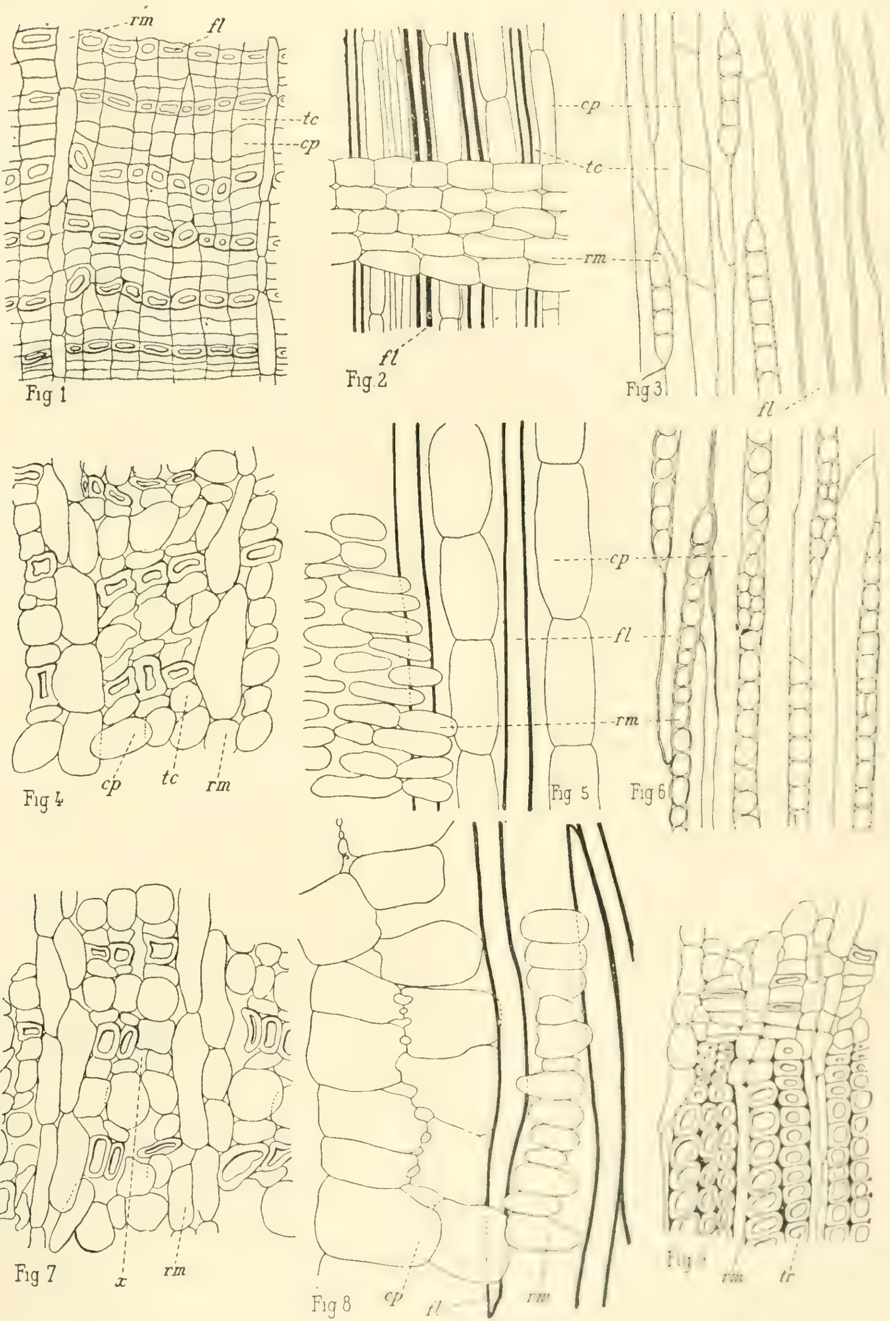
Phototypie Berthaud Paris



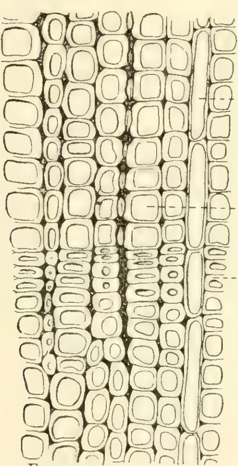
Costantin et Galland, del.

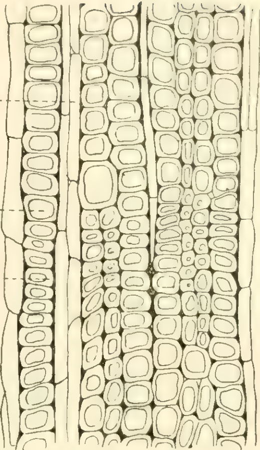


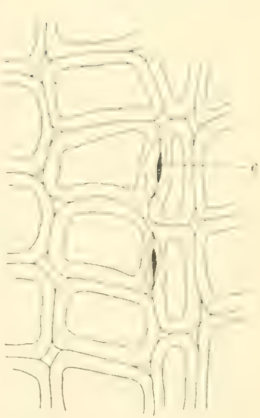
Cécidies du *Gymnosporangium clavariæforme*.

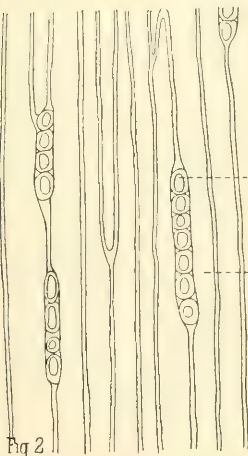


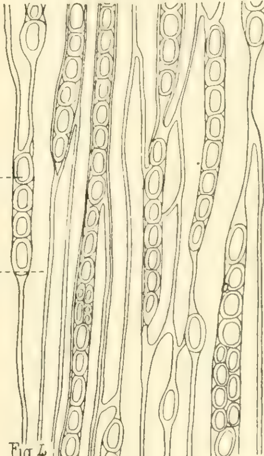
Cécidies du *Gymnosporangium clavariæforme.*

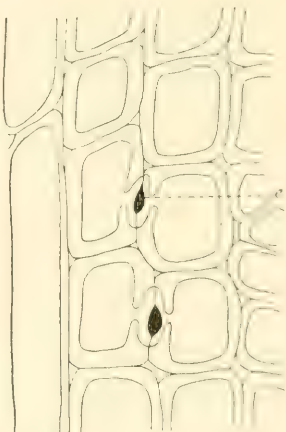




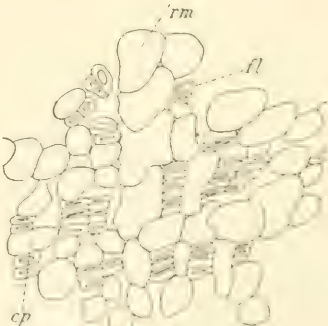




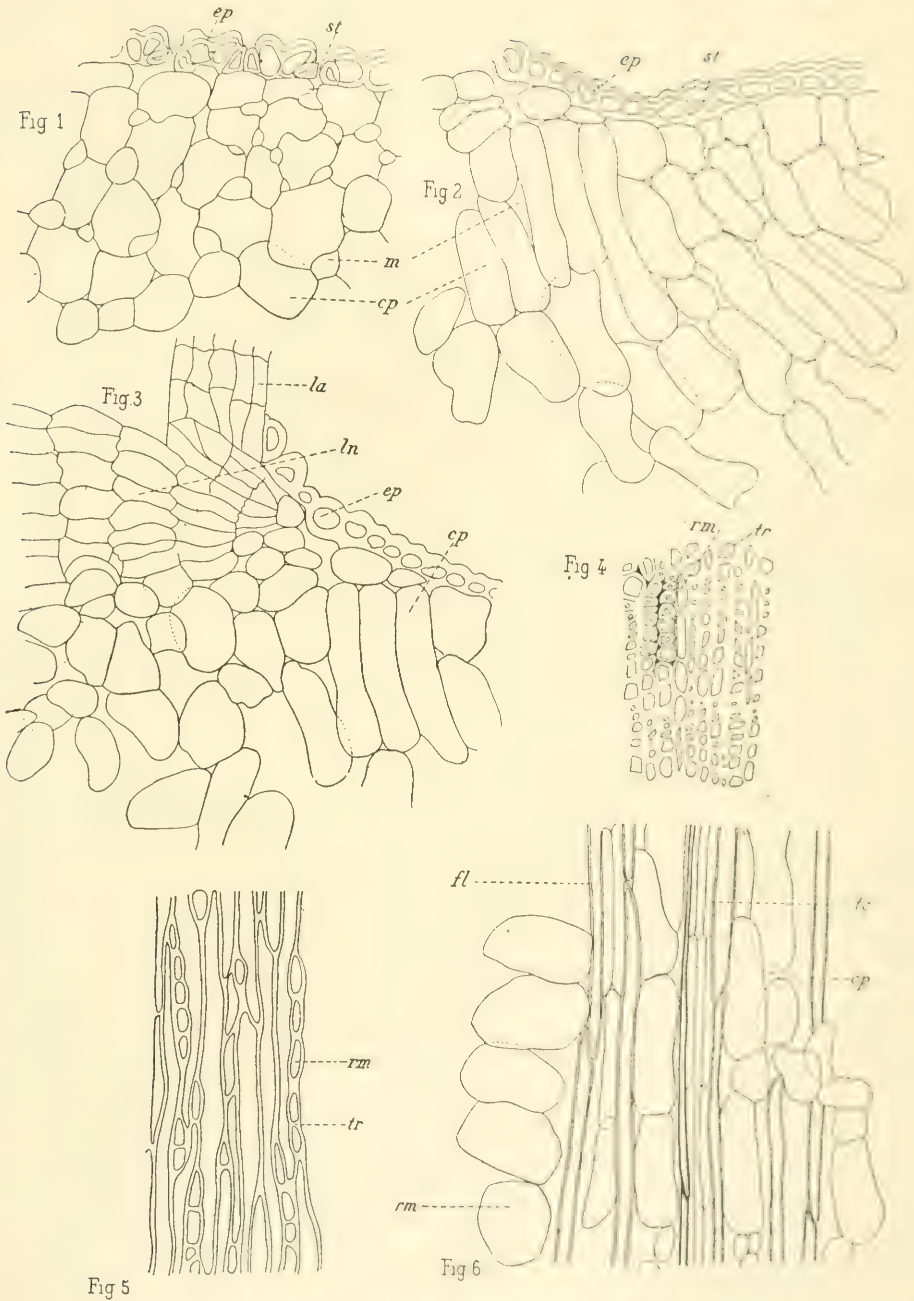








Cécidies des *G. clavariæforme* et *juniperinum.*



Cécidies du *Gymnosporangium juniperinum.*

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE CAHIER

TABLE DES PLANCHES ET DES FIGURES DANS LE TEXTE

CONTENUES DANS CE CAHIER

CORBEIL. Imprimerie ED. CRÉTÉ.



